Seri Buku Terjemahan Teknik Manufaktur

Teknik Permesinan Mesin Bubut & Bor

Temmy Candra W

Pendahuluan

Buku ini merupakan buku saduran dari buku yang berjudul "Textbook for Vocational Training – Metal Cutting Machine Tools pada bagian Mesin bor dan Mesin Bubut" yang diterjemahkan oleh Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH dari bahasa Jerman. Buku ini mengalami modifikasi pada gambar, tabel dan pemilihan kata dan kalimat agar lebih mudah dipahami dalam Bahasa Indonesia.

Buku ini bertujuan untuk membantu anda untuk belajar dan menambah pengetahuan dan keterampilan sebagai operator mesin pada mesin pemotongan logam (Metal cutting machine tools) khususnya mesin bor dan mesin bubut. Dalam menggunakan buku ini disarankan agar anda mengikuti langkah-langkah berikut ini.

- Baca bab pertama mengenai pengenalan teori permesinan.
- Kemudian baca bab mengenai mesin dimana anda akan pelajari / dilatih.
- Bawa buku ini ke workshop kemudian bandingkan materi yang ada pada buku ini dengan apa yang anda lihat pada mesin di workshop.

Jika anda terlatih untuk mengoperasikan beberapa mesin perkakas (machine tools), Dengan membaca buku ini dapat membantu anda untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anda sehingga saat pengetahuan anda semakin meningkat maka proses pembelajaran akan semakin mudah.

(Temmy Candra W)

DAFTAR ISI

Pendahuluan i
1. Pengenalan Teori Dari Mesin 1
   1.1. Jenis-jenis mesin 1
   1.2. Struktur dasar dari mesin 2
2. Mesin tools pemotongan logam 5
   2.1. Jenis dan fungsi dari mesin tool pemotongan logam 5
   2.2. Struktur dasar dari mesin tool pemotongan logam 7
   2.3. Standarisasi dari mesin tools pemotongan logam 9
   2.4. Instruksi umum dalam merawat dan memelihara mesin tools pemotongan logam 10
   2.5. Instruksi dan prosedur umum dalam keselamatan dan kesehatan kerja 11
3. Mesin bor 12
   3.1. Jenis dan fungsi dari mesin bor 12
   3.2. Mesin bor kolom dan mesin bor pilar 20
   3.3. Mesin bor radial 49
   3.4. Mesin bor multi spindel 51
   3.5. Perbaikan dan pemeliharaan mesin bor dan alat potong 53
   3.6. Keselamatan kerja dalam mengoperasikan mesin bor 54
4. Mesin Bubut 55
   4.1. Jenis dan fungsi dari mesin bubut 55
   4.2. Mesin bubut sliding & screw cutting 64
   4.3. Mesin bubut vertikal 94
   4.4. Mesin bubut turet 97
   4.5. Mesin bubut otomatis 104
   4.6. Perawatan dan pemeliharaan dari mesin bubut 108
   4.7. Keselamatan kerja dalam operasi mesin bubut 109

1. Pengenalan Teori Dari Mesin

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Kriteria yang digunakan untuk pengklasifikasian mesin
- Jenis-jenis mesin eksisting
- Fungsi utama dari setiap mesin
- Persamaan dan perbedaan dari berbagai jenis mesin

1.1. Jenis-jenis mesin

Terdapat berbagai jenis mesin yang digunakan dalam kehidupan manusia, contohnya :

- Mesin untuk transportasi material
- Mesin untuk mengangkat benda
- Mesin untuk membuat benda
- Mesin untuk mengolah tanah dan hasil pertanian
- Mesin untuk pembangkit listrik
- Mesin untuk mengirimkan dan memproses informasi

Semua mesin tersebut dapat dibagi lagi menjadi mesin yang melakukan suatu kerja untuk menggerakkan mesin lain atau untuk memproses informasi.

a. Prime Mover

Prime mover adalah mesin yang digunakan untuk mengkonversi energi. Contohnya adalah generator listrik, motor listrik, turbin air, turbin uap, mesin kendaraan bermotor, mesin pesawat terbang dan sebagainya. Mesin ini biasanya terhubung dengan mesin lain sebagai sumber yang menggerakkan mesin tersebut. Seperti motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerakan putar yang kemudian gerakan ini menggerakkan mesin lainnya seperti motor listrik pada mesin bor. Sehingga mesin bor dapat membuat lubang pada benda kerja. Mesin kendaraan mengubah energi yang ada pada bahan bakar menjadi energi panas, energi panas ini kemudian diubah menjadi energi putar untuk menggerakkan kendaraan bermotor.

(a) Motor listrik

(b) Mesin kendaraan

(c) Turbin air

Gambar 1.1 Contoh mesin prime mover

b. Mesin yang melakukan kerja mekanis

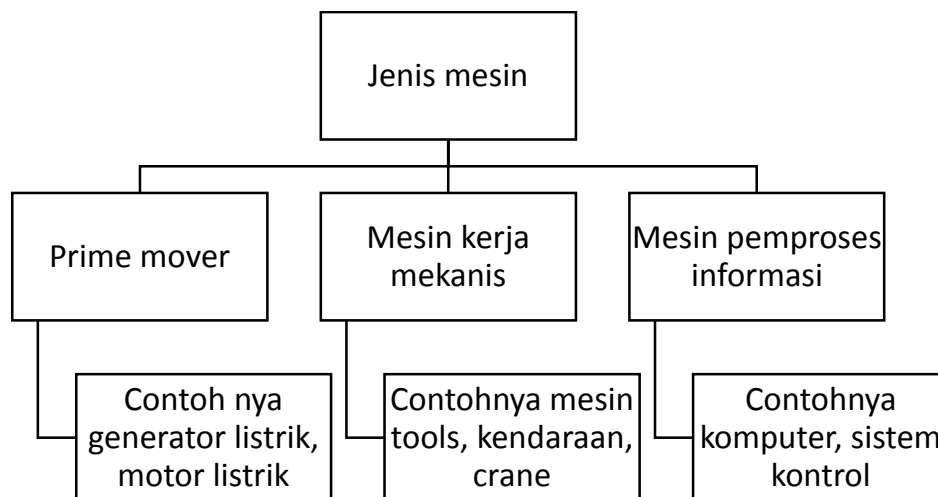
Yaitu mesin-mesin yang melakukan suatu pekerjaan. Contohnya adalah mesin tools, mesin untuk memindahkan barang, mesin alat angkat, mesin pertanian.

Mesin-mesin ini digerakkan oleh mesin prime mover yang terhubung dengannya. Mesin tools biasanya digerakkan oleh motor listrik, kendaraan bermotor dan mesin pertanian digerakkan oleh mesin diesel atau mesin otto.

(a) Mesin tools (b) Kendaraan Bermotor (c) Alat pengangkat

Gambar 1.2. Contoh mesin kerja mekanis

c. Mesin pemproses informasi
   Semua mesin yang mengirimkan, menyimpan dan mengolah informasi disebut dengan mesin pemproses informasi. Contohnya mesin pengumpul dan pengolah data, mesin pendukung untuk memproses, menganalisa dan menghitung informasi seperti komputer, sistem kontrol PLC dsb.

Buku ini hanya membahas mengenai mesin yang melakukan kerja mekanis yaitu mesin tools.

Tabel 1.1 Penggolongan jenis mesin

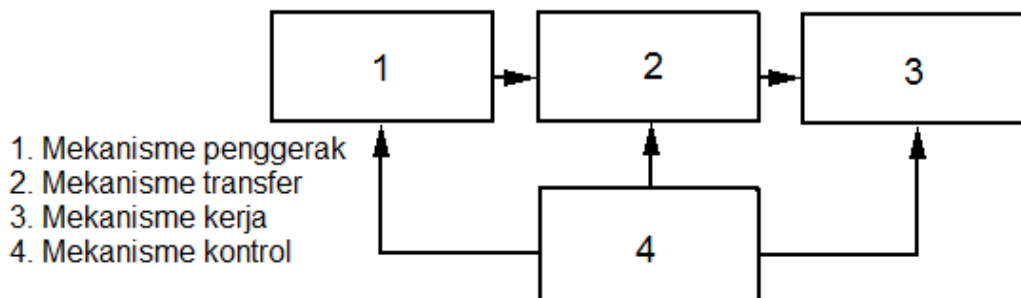
1.2. Struktur dasar dari mesin

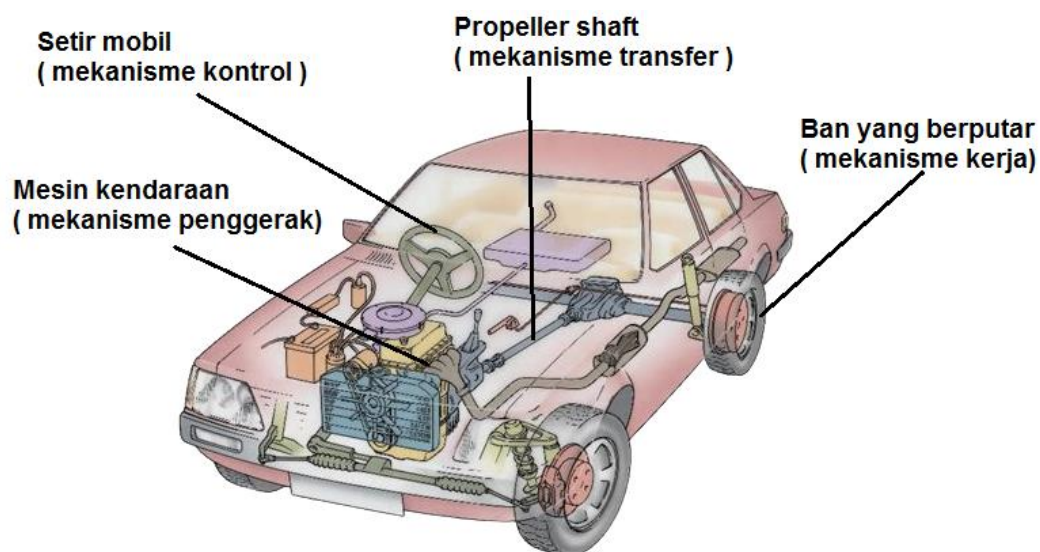
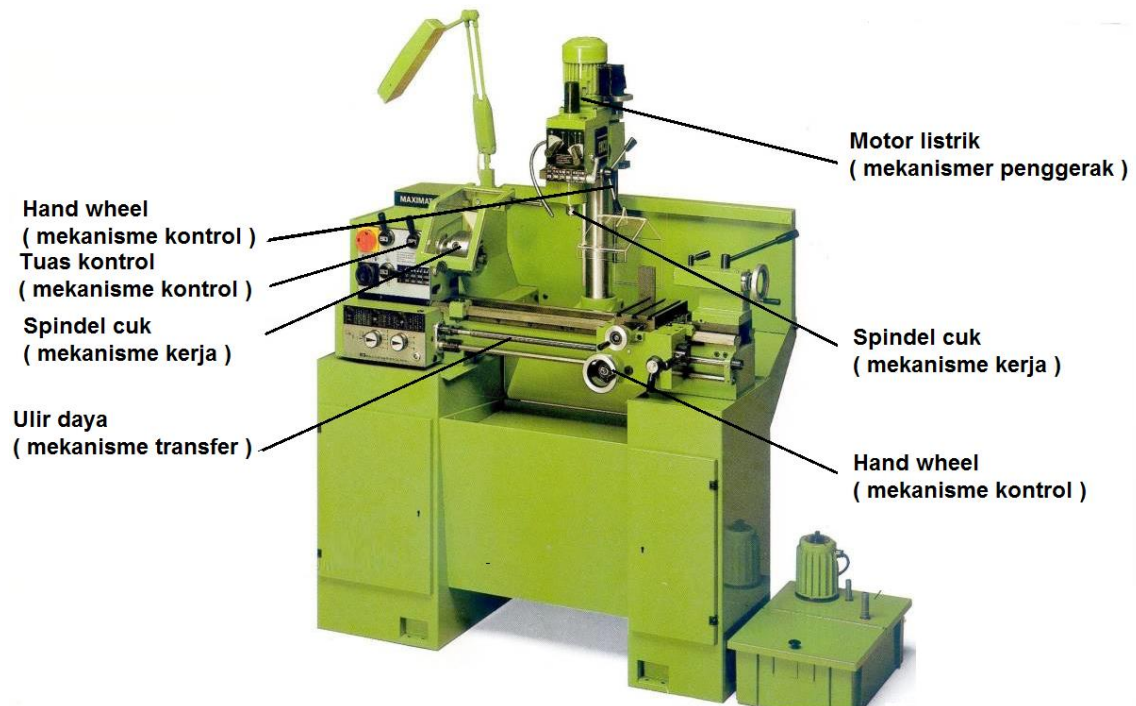
Saat melihat berbagai jenis mesin yang sedang melakukan suatu pekerjaan, mesin memiliki berbagai mekanisme yang berbeda untuk melakukan fungsi yang sama. Mekanisme yang terdapat pada mesin adalah sebagai berikut :

a. Mekanisme penggerak
   Mekanisme penggerak merupakan mekanisme untuk menggerakkan seluruh komponen mesin. Umumnya mekanisme ini dilakukan oleh mesin prime movers seperti mesin diesel, mesin bensin, motor listrik dsb. Kebanyakan mekanisme penggerak didesain sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk berbagai fungsi jika kekuatannya mencukupi. Contohnya pada mobil truk sampah dimana mesin kendaraan tidak hanya menggerakkan mobil tetapi juga untuk mengungkit bak truk untuk membuang sampah.

b. Mekanisme transfer
   Mekanisme transfer adalah mekanisme untuk memindahkan gerakan dan energi yang dihasilkan oleh mesin prime mover untuk menggerakkan semua komponen mesin. Contohnya adalah roda gigi pada transmisi mobil, rantai roda pada sepeda motor, V belt pada kipas pendingin mesin kendaraan

c. Mekanisme kerja
   Mekanisme kerja adalah mekanisme saat mesin melaksanakan pekerjaan. Contohnya adalah berputarnya roda kendaraan untuk membuat kendaraan melaju, berputarnya chuck pada mesin bubut, terangkatnya lengan alat berat excavator atau alat pengangkat dsb.

d. Mekanisme kontrol
   Mekanisme kontrol adalah mekanisme yang mengontrol interaksi antar mekanisme pada mesin untuk melaksanakan fungsinya baik secara independen dengan suatu program atau dikontrol manual oleh manusia. Contohnya adalah sistem proteksi tekanan oli pada mesin akan otomatis memberikan peringatan atau mematikan mesin saat tekanan oli kurang atau berlebiha, pedal gas pada kendaraan bermotor untuk mengatur kecepatan laju kendaraan.

Gambar 1.3. Mekanisme pada berbagai jenis mesin

Tidak ada satupun dari mekanisme ini yang bisa digunakan secara terpisah, semua mekanisme ini ada dan saling bekerjasama secara harmonis sehingga mesin dapat berfungsi dan digunakan.

a. Mekanisme pada mobil

b. Mekanisme pada mesin bubut

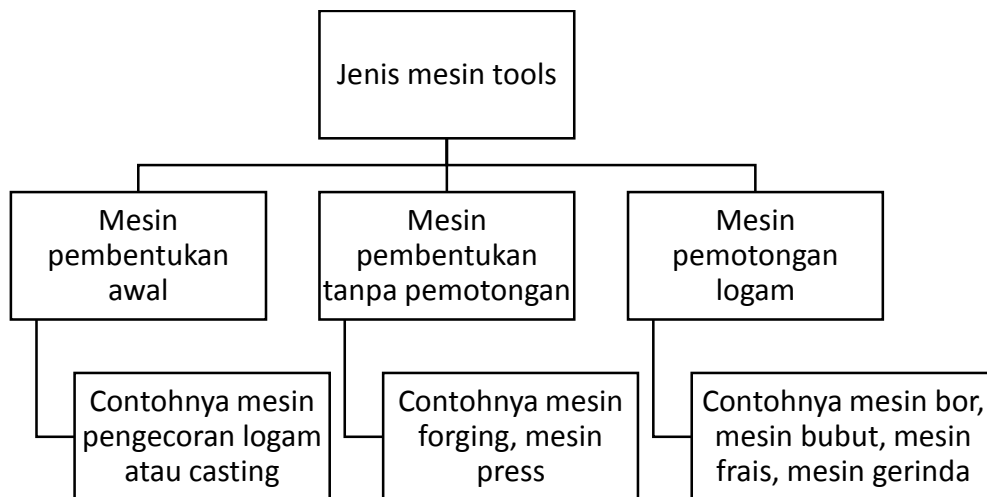
Gambar 1.4. Mekanisme yang ada pada berbagai jenis mesin

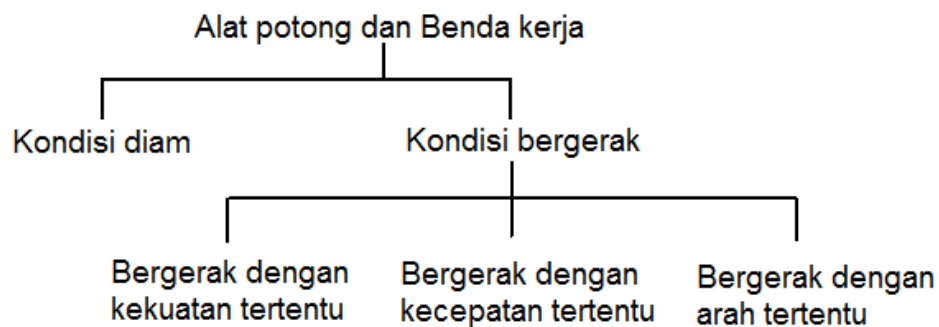
2. Mesin tools pemotongan logam

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

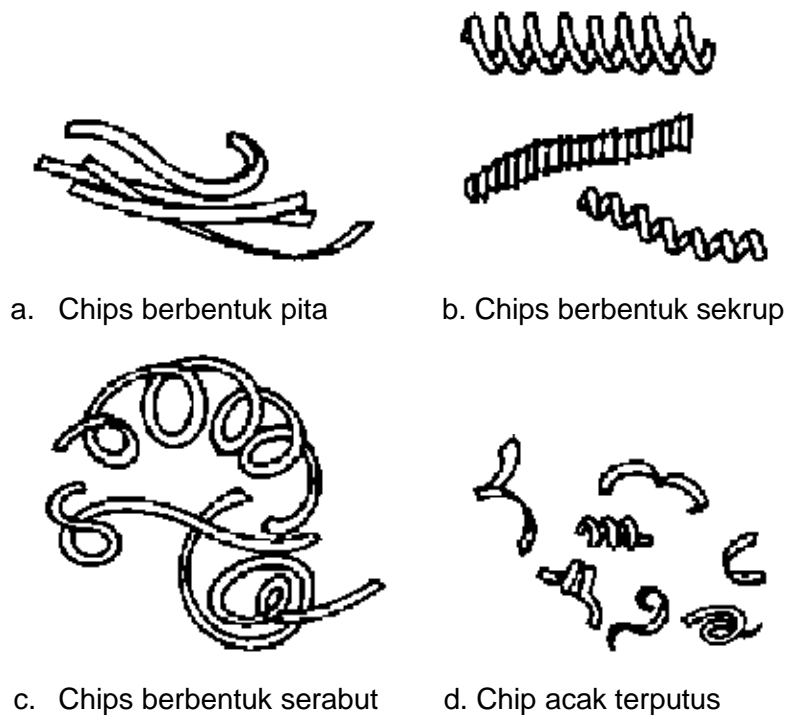
- Apa yang dimaksud dengan mesin tools pemotongan logam.
- Jenis-jenis mesin tools pemotongan logam.
- Struktur dasar mesin tool pemotongan logam.
- Bagaimana merawat dan memperbaiki mesin tools pemotongan logam.

2.1. Jenis dan fungsi dari mesin tool pemotongan logam

Mesin tool pemotongan logam adalah mesin yang melakukan kerja mekanis memotong logam untuk mencapai bentuk logam yang diinginkan sesuai dengan gambar kerja. Pemotongan logam ini dilakukan dengan menggunakan alat potong yang digerakkan oleh mesin. Cara dan karakteristik dalam pemotongan logam inilah yang membedakan mesin yang satu dengan mesin yang lainnya.

Tabel 2.1. Penggolongan jenis-jenis mesin tools.

Tugas dari mesin tool pemotongan logam adalah menggunakan teknik memotong logam untuk membentuk benda kerja. Pemotongan ini mengurangi volume dari benda kerja dan menghasilkan chip/geram hasil pemotongan.

Gambar 2.1. Prinsip mesin tools dalam bekerja.

a. Chips berbentuk pita b. Chips berbentuk sekrup

c. Chips berbentuk serabut d. Chip acak terputus

Gambar 2.2. Berbagai bentuk chip / geram akibat pemotongan benda kerja.

Selama proses pemotongan logam benda kerja oleh alat potong. Benda kerja akan menghambat gaya potong yang diberikan oleh alat potong. Besarnya hambatan ini tergantung dari kekuatan dan kekerasan benda kerja sehingga untuk memotong benda kerja dengan baik maka material alat potong haruslah lebih kuat dan lebih keras daripada benda kerja yang akan dipotong.

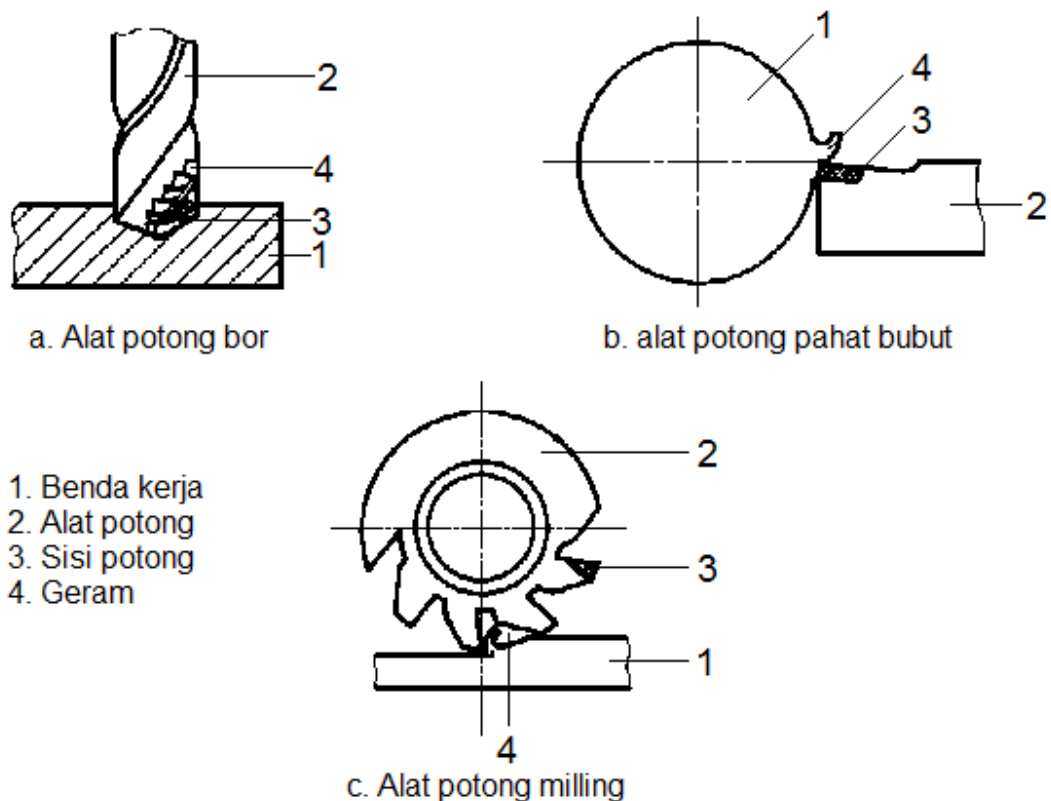
Proses pemotongan dilakukan dengan melakukan pencekaman dan pemutaran pada alat potong atau benda kerja oleh mesin tools. Untuk melakukan pencekaman pada benda kerja dan alat potong maka mesin tool akan dilengkapi dengan alat pencekam yang sesuai.

Mesin tool memiliki desain berbeda-beda sesuai dengan sifat dan jenis dari benda kerja serta jenis permotongan yang akan dilakukan. Berdasarkan jenisnya, mesin tools pemotongan logam dapat diklasifikasikan menjadi empat golongan utama yaitu :

a. Mesin bor atau mesin drilling
   Mesin bor adalah mesin yang digunakan untuk pemotongan benda kerja dimana hasil pemotongan berbentuk seperti lubang.

b. Mesin bubut
   Mesin bubut adalah mesin yang digunakan untuk pemotongan benda kerja dimana benda kerjanya akan dibentuk dengan bentuk silindris.

c. Mesin milling atau mesin frais
   Mesin milling adalah mesin yang digunakan untuk pemotongan benda kerja dimana hasil pemotongan dilakukan dengan bentuk panjang dan datar.

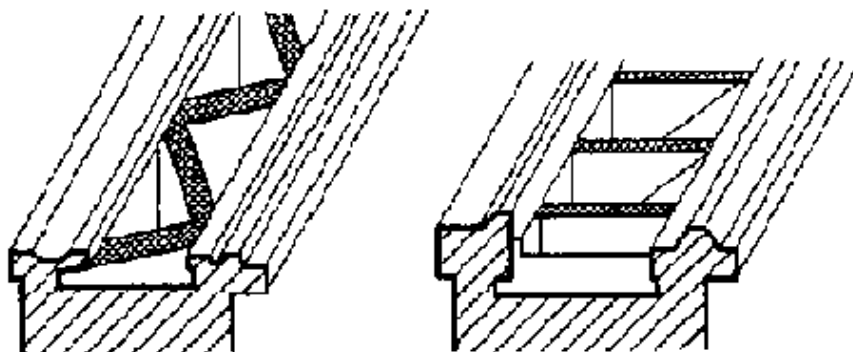
d. Mesin gerinda
   Mesin gerinda adalah mesin yang digunakan untukmembentuk permukaan benda kerja yang halus dan presisi dengan menggunakan teknik pemotongan abrasive. Benda kerja yang dibentuk dapat memiliki bentuk datar atau silindris.

Gambar 2.2. Proses pemotongan logam pada mesin tools.

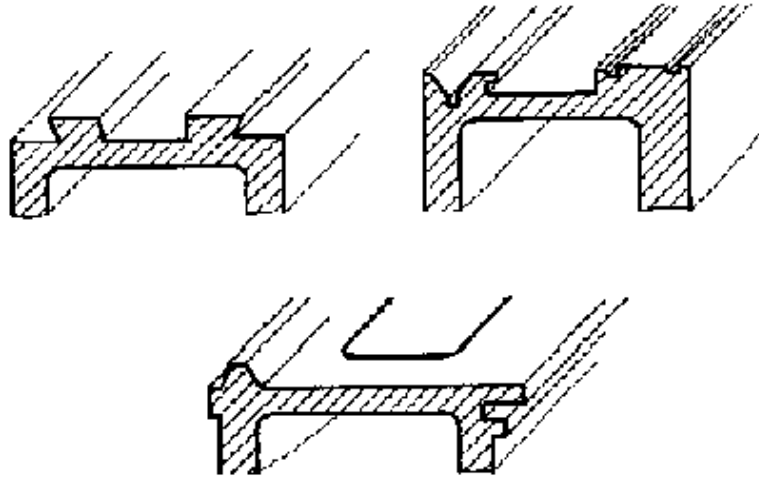
2.2. Struktur dasar dari mesin tool pemotongan logam

Semua mesin tool pemotongan logam memiliki komponen dasar sebagai berikut :

a. Rangka atau frame mesin

Rangka atau frame mesin adalah konstruksi dimana semua komponen mesin tool dipasang yang akan menompang dan menggerakkan mesin. Rangka mesin didesain sedemikian sehingga mampu menopang semua komponen yang ada termasuk benda kerja, gaya pemotongan dan gaya lainnya tanpa mengalami defleksi, pelengkungan atau perubahan bentuk rangka.

Agar memiliki kekakuan dan tidak mudah berubah bentuk saat dioperasikan maka rangka mesin harus memiliki kekakuan / rigiditas yang baik. Untuk memperkuat kekakuan dari rangka mesin, pada mesin tool sering digunakan rangka penguat atau stiffener.

Gambar 2.2. Rangka penguat atau stifferner pada mesin tools

Selain rangka penguat, pada rangka mesin tool juga memiliki slides atau guideways yaitu alur rel untuk landasan gerakan dari meja benda kerja, eretan, spindel alat potong atau pencekam alat potong sehingga benda kerja atau alat potong dapat bergerak dengan bebas. Guideways ini didesain sedemikian untuk menahan berat komponen, benda kerja dan gaya-gaya yang dihasilkan oleh akibat proses pemotongan benda kerja. Guideways ini kadangkala dilengkapi dengan penutup untuk melindunginya dari geram dan kerusakan.

Gambar 2.3. Slide / guideways pada mesin tools.

b. Motor penggerak dan roda gigi
   Motor penggerak adalah sumber tenaga untuk menggerakkan mesin, biasanya sumber penggerak mesin tools menggunakan motor listrik. Tenaga dari motor listrik ini disalurkan ke komponen mesin lainnya dengan menggunakan mekanisme roda gigi. Roda gigi merupakan komponen paling sensitif pada mesin tools. Agar berfungsi dengan baik maka roda gigi tersebut haruslah dihubungkan dan dipasang dengan benar, mendapatkan pelumasan yang cukup serta penggantian pelumas sesuai waktu yang ditentukan.

c. Pencekam alat potong dan pencekam benda kerja
   Pencekam alat potong atau pencekam benda kerja akan bergerak diatas guideways dari rangka mesin. Pencekam kemudian memposisikan benda kerja dan atau alat potong pada posisi yang diinginkan. Keakurasian dari masin tools tergantung dari bagaimana meja pencekam benda kerja dan alat potong bergerak dan berpindah. Jika guideway tidak bersih, sudah aus atau tidak terlubrikasi dengan baik maka pencekam benda kerja dan pencekam alat potong tidak dapat bergerak dan berpindah dengan akurat sehingga hasil pemotongan tidak akurat.

d. Sistem kontrol dan pengukuran
   Peralatan untuk sistem kontrol dan untuk pengukuran bisa ditemukan pada mesin tools yang lebih modern. Peralatan tersebut sudah terintegrasi pada mesin tools atau ditambahkan sebagi komponen yang bisa diganti dan diupgrade. Hal-hal yang dapat dilakukan oleh sistem kontrol dan peralatan pengukur adalah sebagai berikut :
   - Untuk menghidupkan dan mematikan operasi mesin.
   - Mengatur posisi pencekam alat potong yg artinya mengatur posisi alat potong.
   - Mengatur kecepatan pindah alat potong.
   - Mengatur kecepatan putar dari alat potong.
   - Mengatur posisi benda kerja dan kecepatan perpindahan benda kerja.

- Mengatur alat potong yang akan digunakan.
- Mengukur posisi perpindahan alat pencekam benda kerja dalam sumbu X, Y, Z.
- Mengukur posisi perpindahan alat potong dalam sumbu X, Y dan Z.
- Mengatur posisi mulai dan berhenti dari suatu operasi pemotongan.
- Dan fungsi-fungsi kontrol lainnya.
-

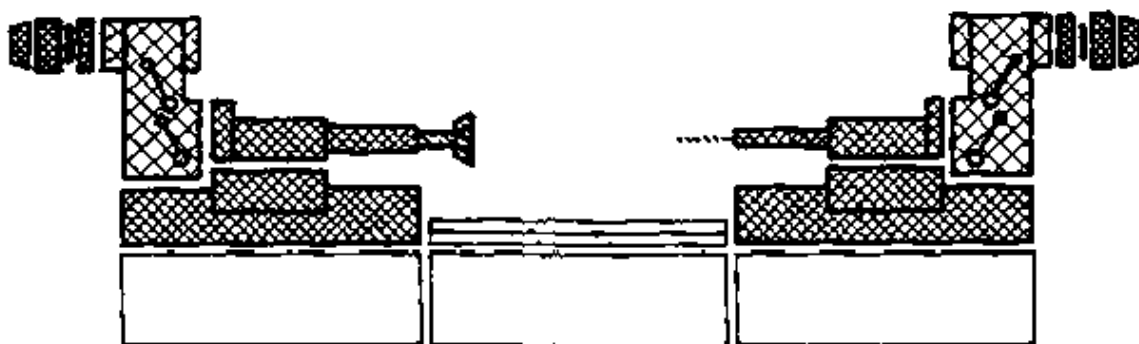
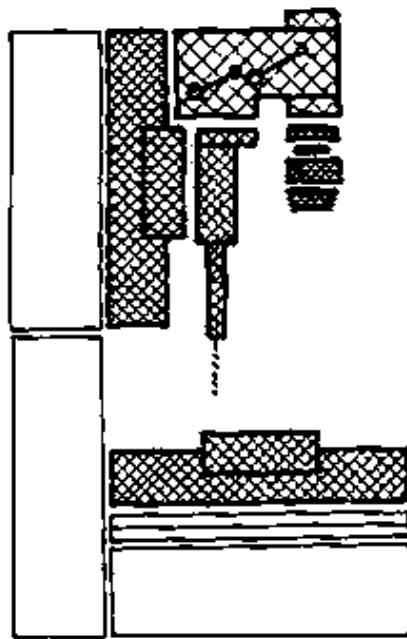
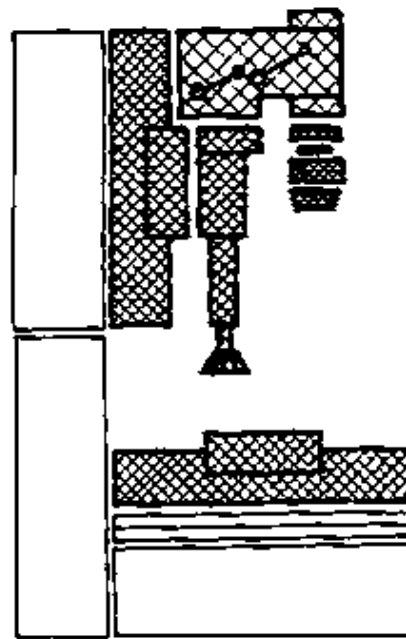
2.3. Standarisasi dari mesin tools pemotongan logam

Standarisasi artinya penyatuan atau dibuat menjadi sama. Untuk mesin tools pemotongan logam, standarisasi artinya komponen-komponen tunggal dan part dibuat secara seragam untuk mesin-mesin yang berbeda. Sehingga tercipta lingkungan yang baik dalam hal :

- Desain mesin
- Pembuatan mesin
- Penggunaan mesin
- Perawatan mesin
- Perbaikan mesin

Adanya standarisasi pada mesin tools dan komponennya akan mempermudah proses pembuatan berbagai jenis mesin tools. Komponen-komponen pada satu mesin tool dirancang untuk dapat digunakan pada mesin tools lainnya. Sistem ini sering disebut dengan sistem kontruksi mesin modular. Saat suatu mesin tools akan diproduksi, berbagai komponen mesin tools bisa disusun sedemikian rupa untuk menghasilkan mesin dengan fungsi yang bermacam-macam.

Contoh dari adanya standarisasi adalah sebagai berikut:

- Menggunakan motor listrik yang sama untuk mesin tools yang berbeda.
- Menggunakan alat pencekam benda kerja yg sama untuk mesin tools yang berbeda.
- Berbagai alat potong dapat dicekam oleh alat pencekam yang sama.
- Komponen roda gigi dapat saling tukar-menukar dengan yg lain saat pemeliharaan.

a. Komponen mesin bor dan milling horizontal

b. Komponen mesin bor vertikal

c. Komponen mesin milling vertikal

Gambar 2.4. Standarisasi komponen pada mesin tools.

2.4. Instruksi umum dalam merawat dan memelihara mesin tools pemotongan logam

1. Operator mesin yang akan menggunakan mesin tools dalam jangka waktu lama hendaknya melakukan pemeliharaan yang sesuai dan terjadwal sesuai dengan prosedur yang berlaku di area kerja atau sesuai dengan petunjuk manufaktur pembuat mesin tersebut. Prosedur untuk mengoperasikan dan memelihara mesin tools harus menjadi perhatian bersama dan harus dibuat.
2. Pengunaan dan pengoperasian mesin tools sesuai peruntukan dan fungsinya akan menjamin kehandalan dan keakuratan dari mesin tools tersebut untuk jangka waktu pemakaian yang lama. Seorang personil hanya diijinkan untuk mengoperasikan mesin tools jika sudah memahami mengenai mode operasi serta mampu mengoperasikan mesin tools tersebut. Jika personil tersebut hanya terlatih untuk satu jenis operasi saja pada mesin tersebut maka personil tersebut hanya melaksanakan operasi yang sudah terlatih saja dan tidak mencoba untuk jenis operasi lain yang tidak terlatih.
3. Setiap operasi pada mesin tools harus bisa dilakukan dengan menggunakan tenaga secukupnya. Operasi yang membutuhkan tenaga berlebih adalah pertanda kemungkinan telah terjadi kerusakan atau pengotor yang harus segera ditanggulangi. Semakin dipaksa dengan kekuatan maka kerusakan yang terjadi akan semakin meningkat.
4. Pembersihan rutin harus selalu dilakukan untuk menjamin usia pemakaian mesin tools yang lama seperti guideways, spindel dan semua komponen yang bersentuhan dengan air pendingin.
5. Pelumasan rutin akan menjamin kelancaran operasi dan memperpanjang masa pakai dari mesin tools. Jadwal pelumasan harus dilaksanakan dengan baik serta semua titik dan komponen komponen yang perlu pelumasan harus mendapatkan pelumasan rutin dengan pelumas yang dipersyaratkan dan interval pelumasan yang sesuai prosedur.

2.5. Instruksi dan prosedur umum dalam keselamatan dan kesehatan kerja

a. Pakaian kerja

1. Pakaian kerja harus memiliki ukuran yang pas dengan tubuh. Baju lengan panjang harus digulung. Sabuk dan penutup kepala dan bagian baju tidak ada yang menjuntai.
2. Rambut harus dilindungi atau diikat sehingga tidak ada kemungkinan untuk dapat terjerat oleh mesin. Jika memakai penutup kepala maka harus dijaga agar tidak ada bagian yang menjuntai.
3. Sebelum mengoperasikan mesin tools agar melepaskan cincin, gelang, jam tangan dan perhiasan pada lengan dan leher.
4. Sepatu haruslah menggunakan sepatu yang kuat dan stabil. Sendal dan sepatu hak tinggi tidak boleh digunakan. Sepatu non slip dan sepatu pengaman diajurkan untuk dipakai.

b. Pengoperasian mesin

1. Mesih tools hanya boleh dioperasikan oleh operator yang sudah dikenal atau yang sudah diinstruksikan untuk mengoperasikan mesin tools.
2. Sebelum memulai operasi, pastikan bahwa benda kerja dan alat potong sudah dicekam dengan baik dan benar. Singkirkan alat pencekam yang tidak digunakan dari meja kerja mesin.
3. Tidak diperkenankan untuk melepaskan peralatan pelindung atau pengaman mesin.
4. Chips atau geram sisa pemakanan tidak boleh dibersihkan dengan tangan, gunakan peralatan yang sesuai untuk membersihkan chip / geram.
5. Mesin harus dihentikan saat akan melakukan pengukuran pada benda kerja.
6. Saat terjadinya kerusakan atau perbaikan, saklar dan sumber tenaga harus dilepaskan dari mesin tools.
7. Tidak diperkenankan untuk duduk atau bersender pada mesin tools.
8. Pekerjaan perawatan dan pemeliharaan seperti pembersihan, pelumasan dilaksanakan dengan kondisi saklar mesin off dan terputus dari aliran listrik.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan kategori jenis mesin dari mesin tool pemotongan logam ?
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan mesin tool pemotongan logam ?
3. Sebutkan komponen-komponen dasar yang ada pada mesin tools ?
4. Sebutkan fungsi dari komponen-komponen dasar mesin tools tersebut ?
5. Apa kelebihan dari standarisasi pada operasi mesin tools pemotongan logam ?
6. Sebutkan beberapa instruksi umum untuk merawat dan memelihara mesin tools ?
7. Sebutkan beberapa instruksi keselamatan dan kesehatan kerja pada mesin tools ?

3. Mesin bor

3.1. Jenis dan fungsi dari mesin bor

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Jenis-jenis mesin bor yang digunakan untuk operasi pengeboran.
- Jenis gerakan yang dilakukan oleh mesin bor.
- Jenis operasi yang dapat dilakukan oleh mesin bor.

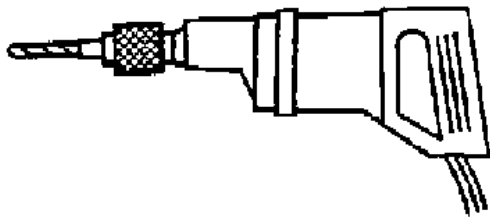
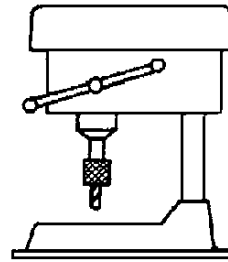
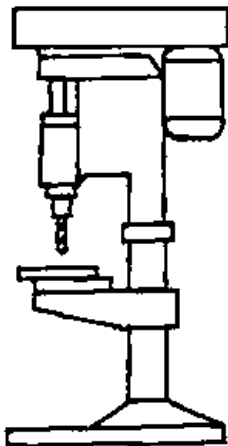
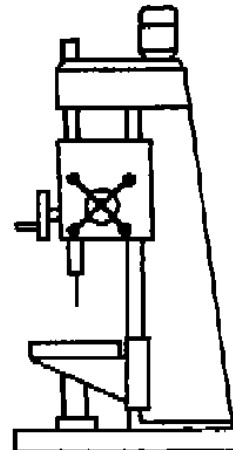
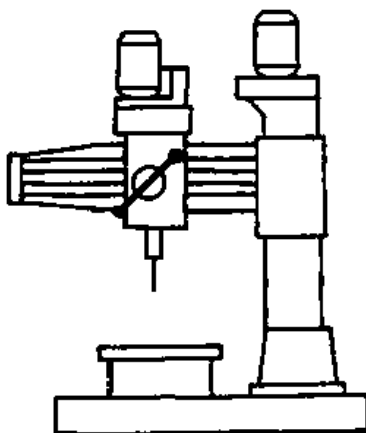
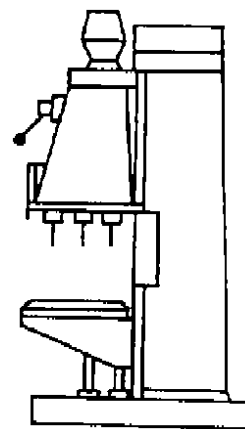
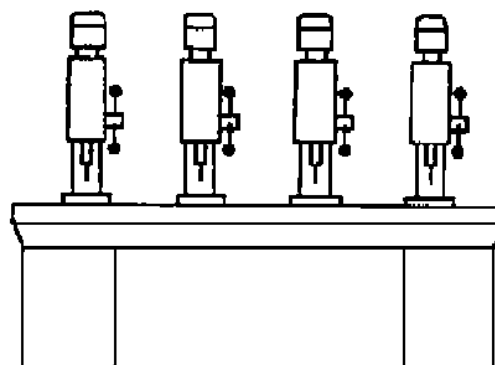
Gambar 3.1. Contoh mesin bor dari jenis mesin bor gang.

3.1.1. Jenis – jenis mesin bor

Jenis-jenis mesin bor dapat dibedakan berdasarkan berbagai faktor yaitu :

- Berdasarkan diamater maksimum operasi pengeboran; yaitu mesin bor kecil, mesin bor sedang dan mesin bor besar.
- Berdasarkan jumlah spindel pengeboran; yaitu mesin bor dengan spindel tunggal dan mesin bor dengan spindel banyak.
- Berasarkan susunan spindelnya: yaitu mesin bor spindel banyak susunan seri (gang) dan mesin bor susunan tandem dan seri.

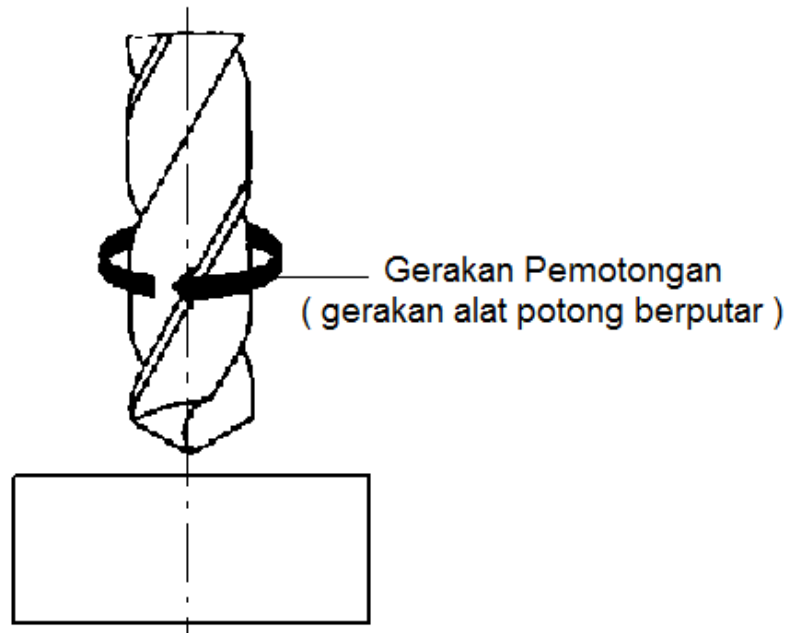
Terdapat mesin bor yang dapat digunakan secara universal dan ada mesin bor untuk keperluan khusus.

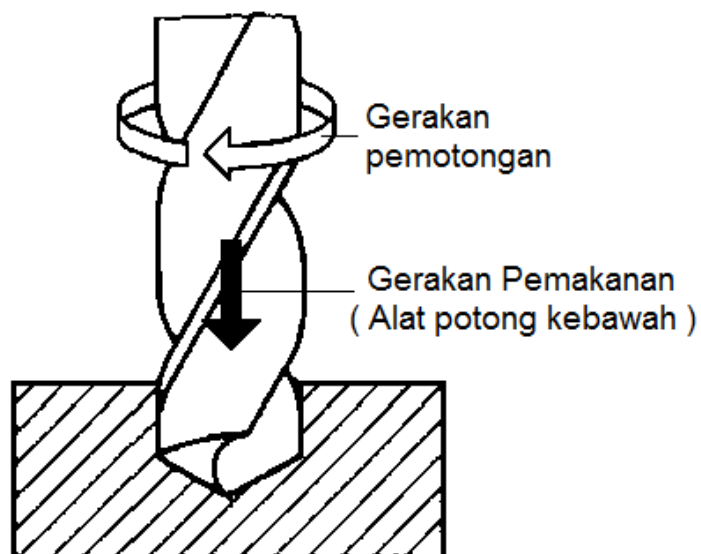
Semua mesin bor akan melakukan operasi dengan gerakan yang sama. Tetapi mesin bor memiliki desain yang berbeda dan dioptimalkan sesuai tujuan mesin bor tersebut.

a. Mesin bor tangan

b. Mesin bor meja

c. Mesin bor pilar

d. Mesin bor kolom

d. Mesin bor radial

e. Mesin bo multi spindel

f. Mesin bor gang

Gambar 3.2. Jenis-jenis mesin bor.

3.1.2. Gerakan pada mesin bor

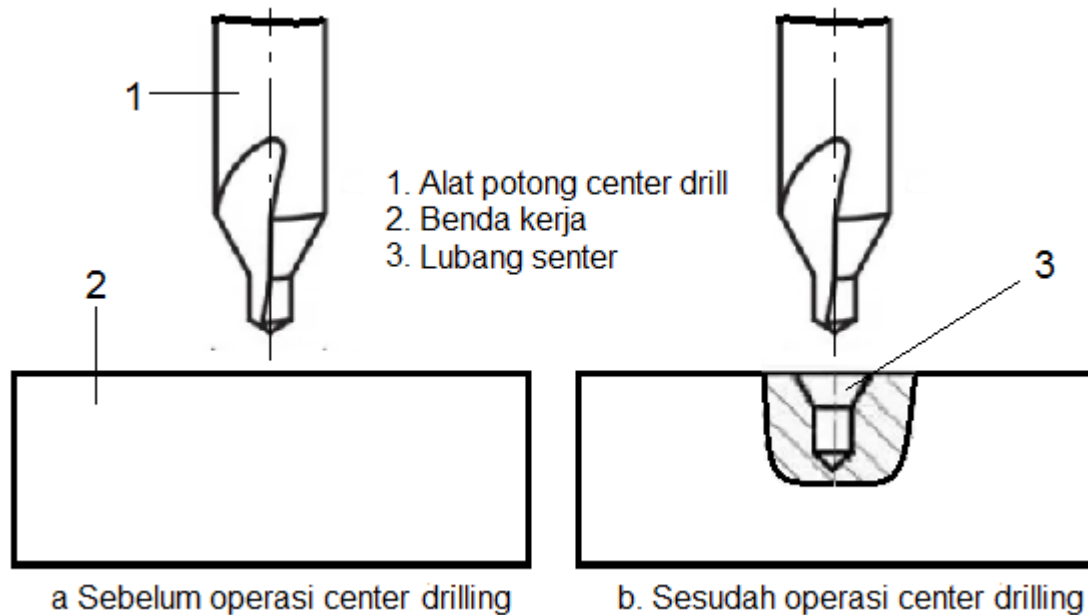
Terdapat dua jenis gerakan yang ada pada mesin bor. Kedua jenis gerakan tersebut adalah sebagai berikut :

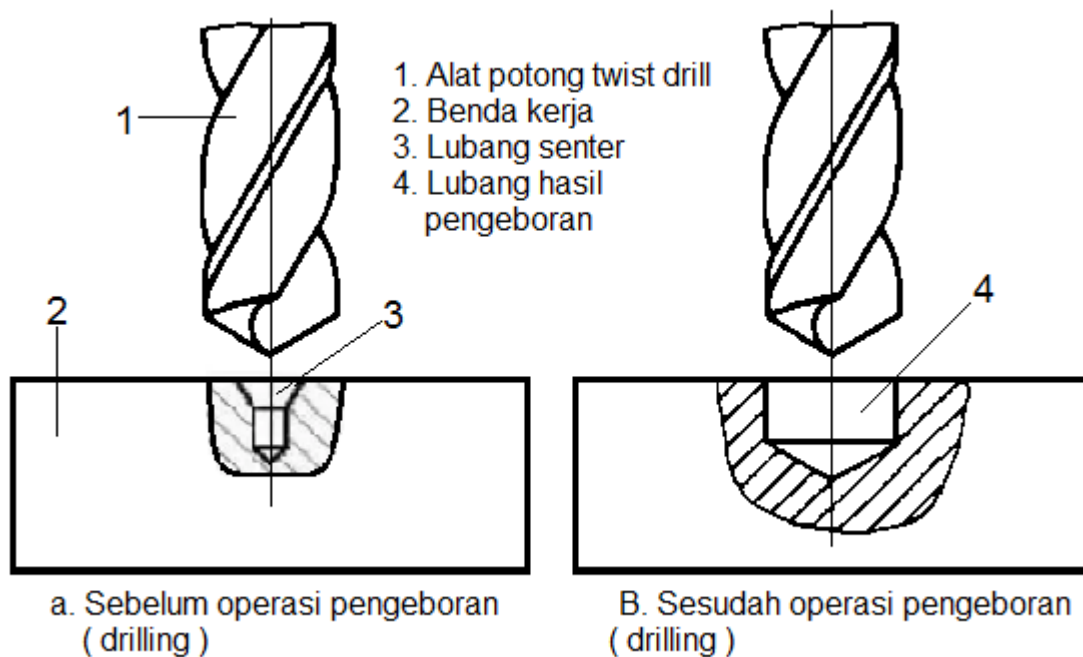
a. Gerakan pemotongan
   Gerakan pemotongan adalah gerakan alat potong mesin bor dalam memotong benda kerja. Gerakan ini dilakukan oleh berputarnya alat potong oleh mesin bor. Kecepatan gerak pemotongan ini dipengaruhi oleh kecepatan potong yang digunakan untuk melakukan operasi pada benda kerja.

Gambar 3.3. Gerakan pemotongan pada mesin bor.

b. Gerakan pemakanan
   Gerakan pemakanan pada mesin bor adalah gerakan alat potong secara linier yaitu gerakan alat potong sesumbu dengan sumbu spindel untuk memperdalam lubang.

Gambar 3.4. Gerakan pemakanan pada mesin bor.

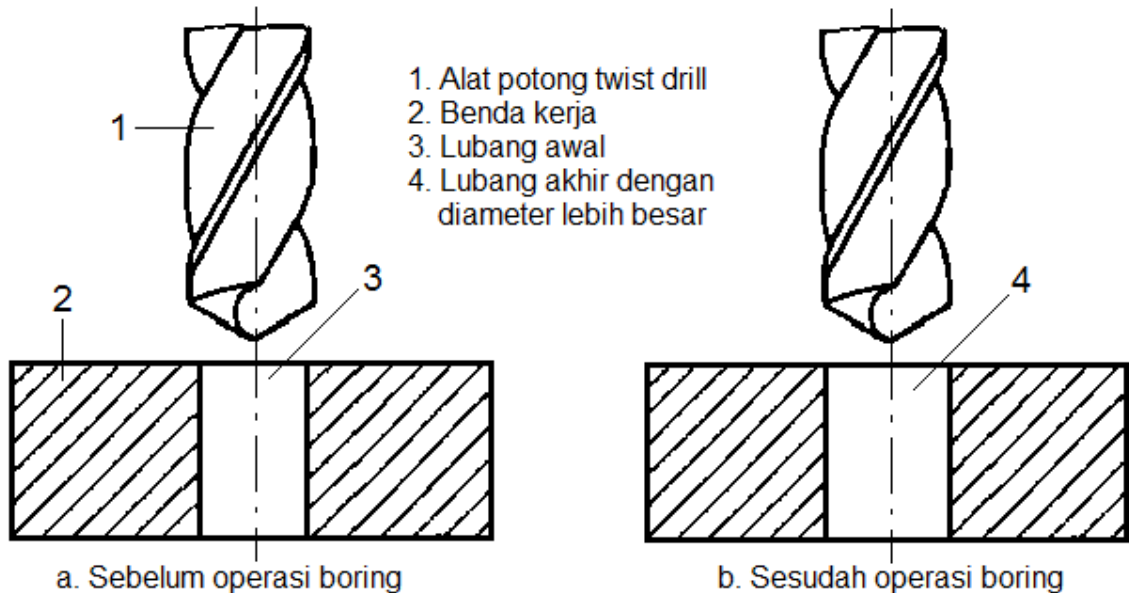
3.1.3. Operasi yang dilakukan oleh mesin bor

Pada mesin bor, terdapat sejumlah operasi pemotongan yang dapat dilakukan yaitu :

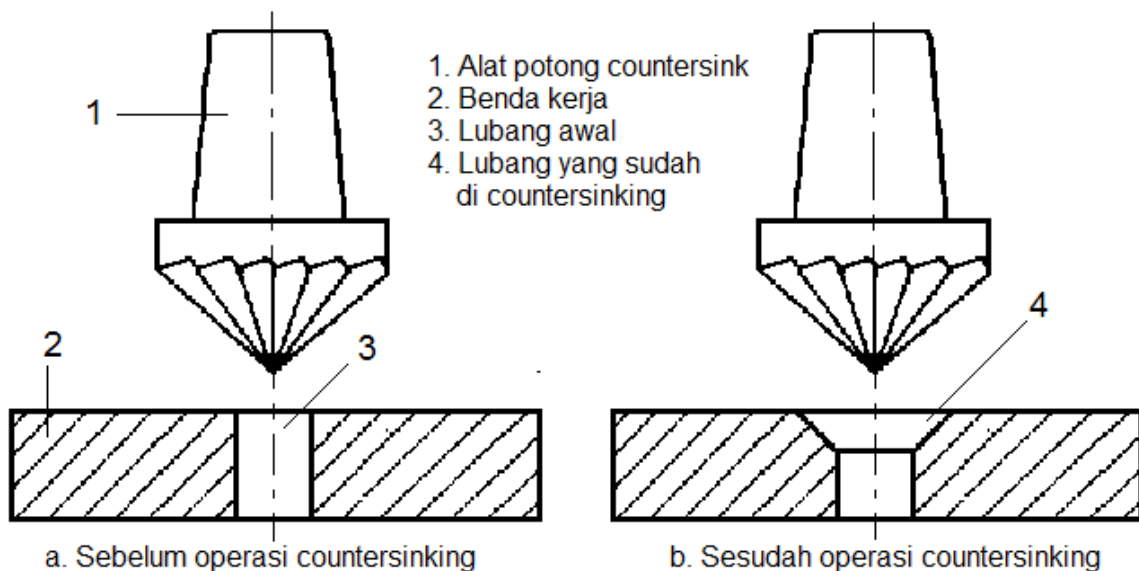
a. Membuat lubang senter / center drilling
Pengeboran menggunakan alat potong center drill untuk membuat lubang senter.

Gambar 3.5. Operasi pembuatan lubang senter.

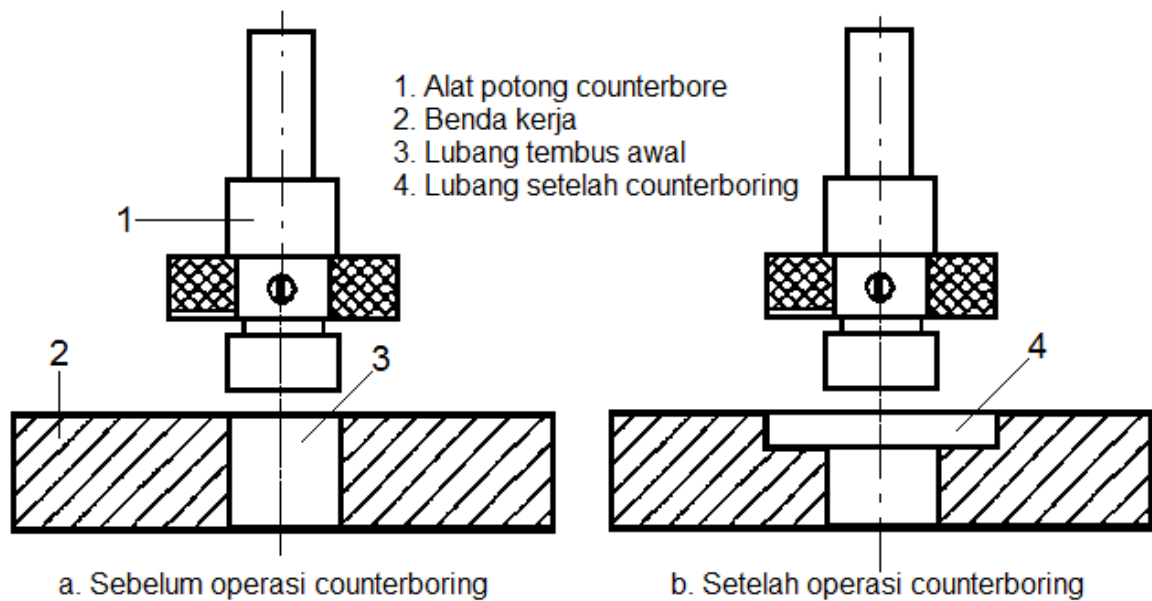
b. Membuat lubang / drilling
Pengeboran menggunakan alat potong twist drill untuk membuat lubang baru.

Gambar 3.6. Operasi pembuatan lubang / drilling.

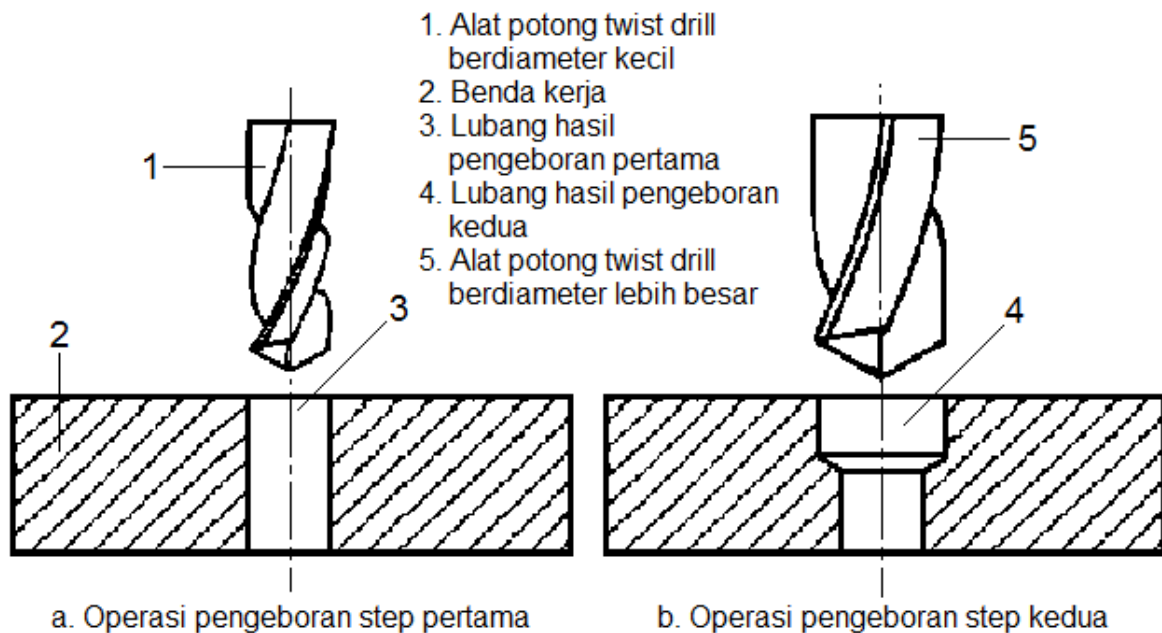
c. Memperbesar lubang / boring

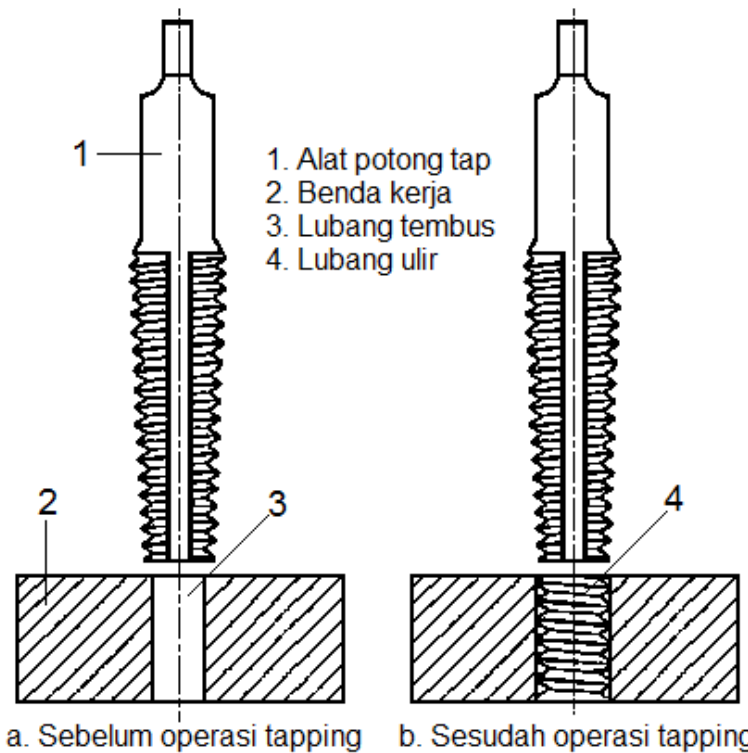
Pengeboran untuk memperbesar diamater lubang yang sudah ada dengan menggunakan alat potong khusus atau alat potong twist drill dengan diameter lebih besar.

Gambar 3.7. Operasi memperbesar diameter lubang / boring.

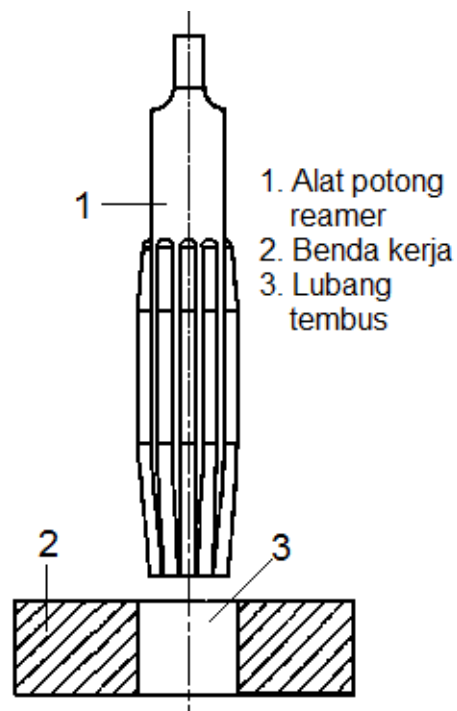
d. Membuat sisi miring (chamfer) / countersinking

Membuat sisi miring (chamfer) pada bagian atas lubang dengan alat potong countersink.

Gambar 3.6. Operasi membuat chamfer pada lubang / countersinking.

e. Membuat lubang bertingkat / counterboring
   Membuat lubang dengan diameter lebih besar pada bagian atas lubang dengan sisi atas lubang rata dengan menggunakan alat potong counterbore.

Gambar 3.7. Operasi membuat lubang bertingkat / counterboring.

f. Membuat lubang step
   Membuat lubang step dengan dua alat potong twist drill yang berbeda ukuran.

Gambar 3.7. Operasi counterbore lubang.

g. Membuat ulir dalam / tapping
   Membuat ulir pada lubang yang sudah ada dengan menggunakan alat potong tap.

Gambar 3.8. Operasi membuat ulir dalam pada lubang / tapping

h. Membuat lubang presisi / reaming
   Membuat lubang dengan ukuran presisi pada lubang yang sudah ada dengan menggunakan alat potong reamer.

Gambar 3.9. Operasi lubang presisi pada lubang / reaming

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

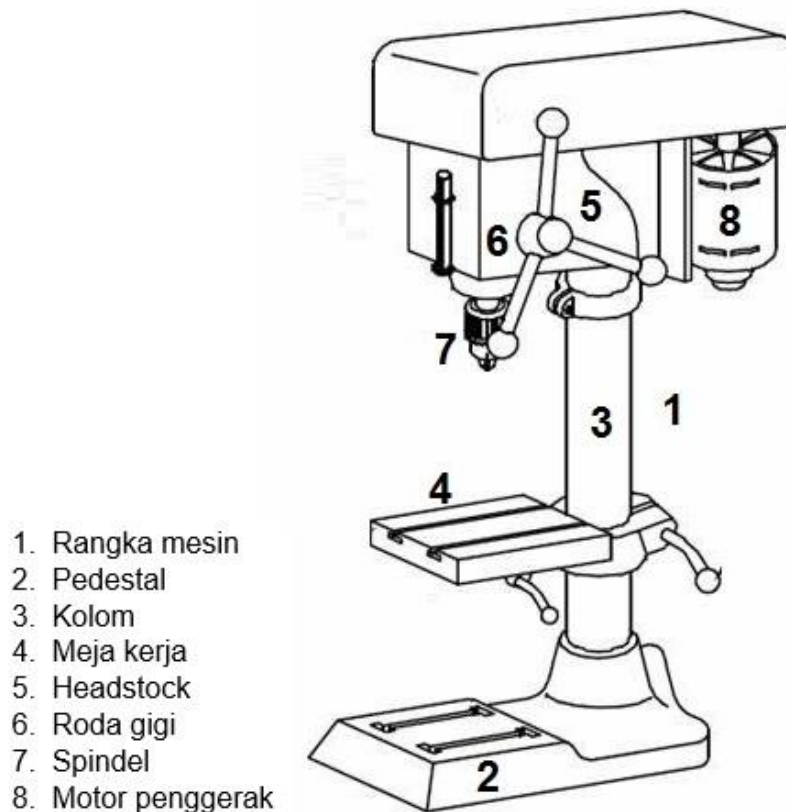
1. Sebutkan jenis-jenis mesin bor untuk operasi pengeboran ?
2. Sebutkan jenis-jenis gerakan pada operasi mesin bor ?
3. Sebutkan operasi-operasi yang dapat dilakukan pada mesin bor ?

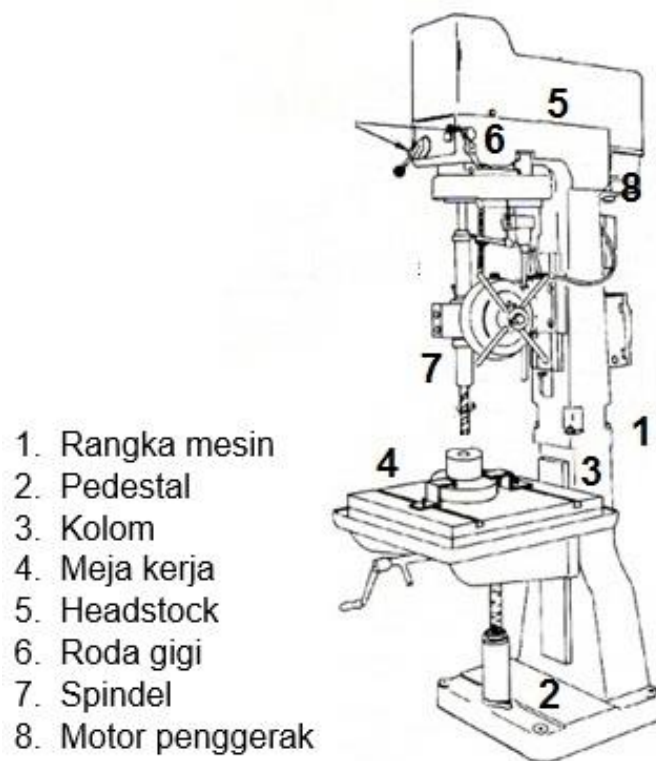
3.2. Mesin bor kolom dan mesin bor pilar

3.2.1. Struktur dan mode operasi mesin bor kolom dan mesin bor pilar

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen-komponen mesin yang ada pada mesin bor kolom dan mesin bor pilar.
- Sistem penggerak pada mesin bor kolom dan mesin bor pilar.
- Mekanisme transfer yang mengubah gerakan putar pada motor listrik menjadi gerakan putar pada spindel mesin bor.
- Interaksi antara komponen dari motor dan mekanisme operasi.

a. Komponen-komponen dari mesin bor kolom
   Komponen dasar dari mesin bor kolom adalah rangka mesin (1), kemudian pedestal (2), kolom (3), meja kerja (4), dan headstock (5). Pada bagian dalam headstock merupakan tempat roda gigi (6) untuk pemindahan gerakan pada spindel bor (7). Motor penggerak (8) pada kebanyakan mesin bor ditempatkan pada headstock.

Gambar 3.10 Komponen-komponen mesin bor kolom.

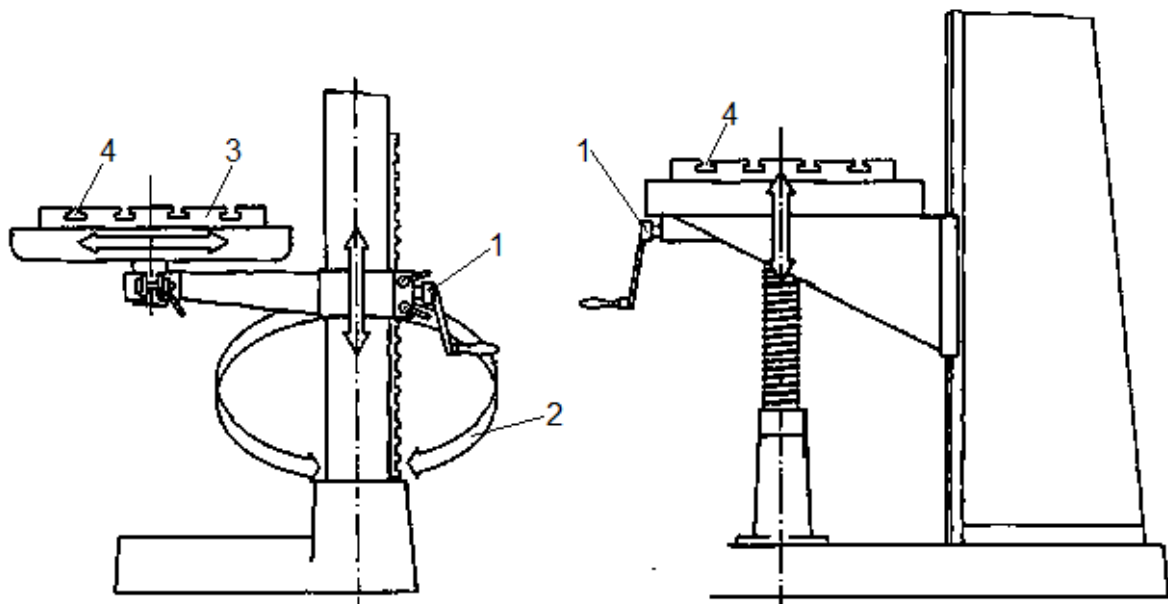
b. Komponen-komponen dari mesin bor pillar
   Komponen dasar dari mesin bor pillar sama seperti mesin bor kolom. Perbedaannya adalah pada bentuk tiang kotak atau pilar.

Gambar 3.11 Komponen-komponen mesin bor pillar.

c. Komponen-komponen sejenis pada mesin bor kolom dan pilar

   Rangka mesin (1) adalah tempat dimana semua komponen mesin bor berada. Rangka mesin akan mendukung dan menahan beban yang terjadi saat operasi.

   Pedestal (2) adalah tempat pijakan mesin bor ke lantai atau meja untuk memberikan stabilitas saat beroperasi sehingga pedestal harus memiliki luas area yang mencukupi. Pedestal ini kemudian dikencangkan pada lantai dengan menggunakan mekanisme baut. Pada beberpa jenis mesin bor, bagian atas pedestal dapat berfungsi sebagai meja kerja untuk melakukan operasi pada benda kerja yang tinggi.

   Kolom atau pillar (3) merupakan bagian yang menahan head stok serta sebagai alur / guideways untuk naik turunnya meja kerja.

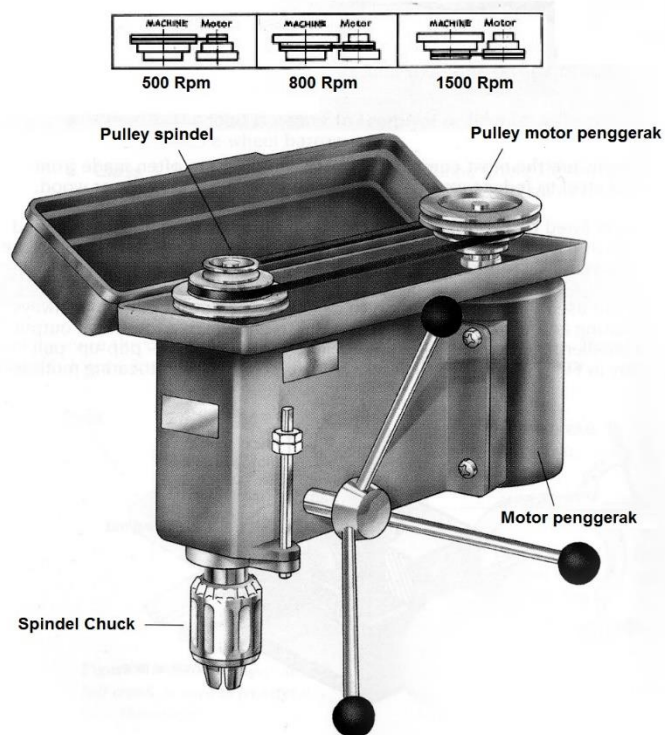
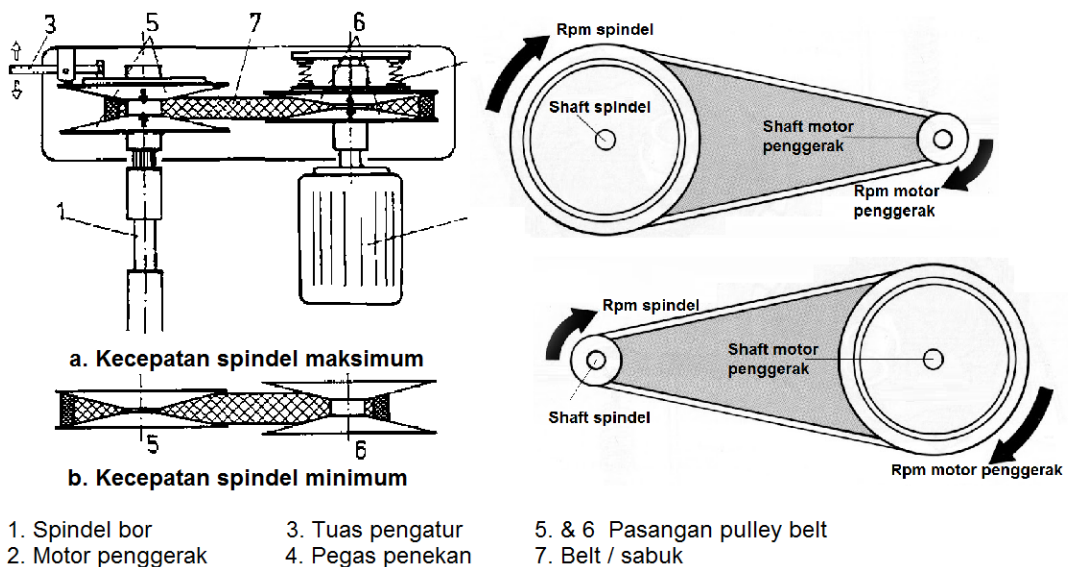
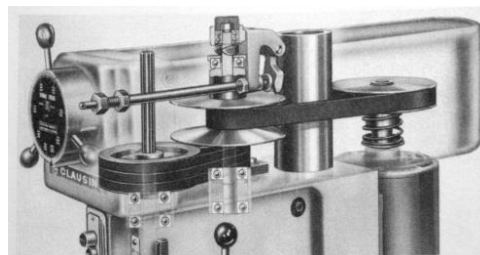
   Meja kerja (4) berfungsi untuk menahan dan mencekam benda kerja. Meja kerja bisa dinaik-turunkan dengan menggunakan tuas pengangkat meja kerja. Beberapa jenis mesin bor kolom memiliki fitur yang dapat memiringkan meja kerja kekiri dan kekanan serta memutar meja kerja mengelilingi sumbu kolom. Meja kerja memiliki alur yang berfungsi untuk menahan alat pencekam benda kerja

1. Tuas pengangkat meja kerja
2. Gerakan putar meja kerja pada sumbu kolom
3. Gerakan putar meja kerja pada senter meja kerja
4. Alur slot T untuk menahan alat pencekam

Gambar 3.12 Pengaturan ketinggian meja kerja mesin bor

Headstock (5) merupakan bagian yang menggerakkan mesin bor saat operasi. Motor listrik digunakan sebagai sumber tenaga penggerak. Umumnya mesin bor kolom dan pillar hanya memiliki satu motor penggerak untuk melaksanakan semua operasi pada mesin bor.

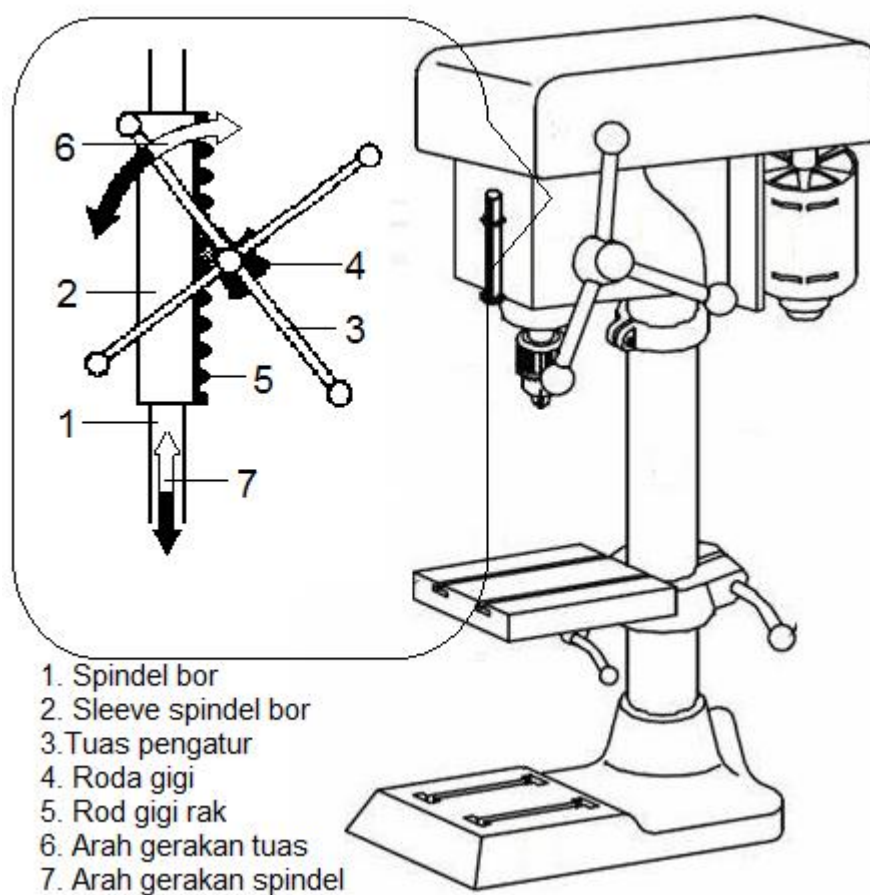
Motor penggerak (7) pada mesin bor umumnya memiliki kecepatan yang konstan sehingga untuk diperlukan sistem pengatur kecepatan putar spindel agar kecepatan potong sesuai dengan jenis alat potong dan material benda kerja. Mekanisme transfer pada mesin bor tipe kolom dan pilar adalah dengan menggunakan belt untuk pengaturan kecepatan putar spindel. Mekanisme pengaturan kecepatan menggunakan belt ini ada yang menggunakan mekanisme kecepatan manual dengan memindahkan lintasan belt dengan pulley dan ada yang menggunakan mekanisme kecepatan variabel.

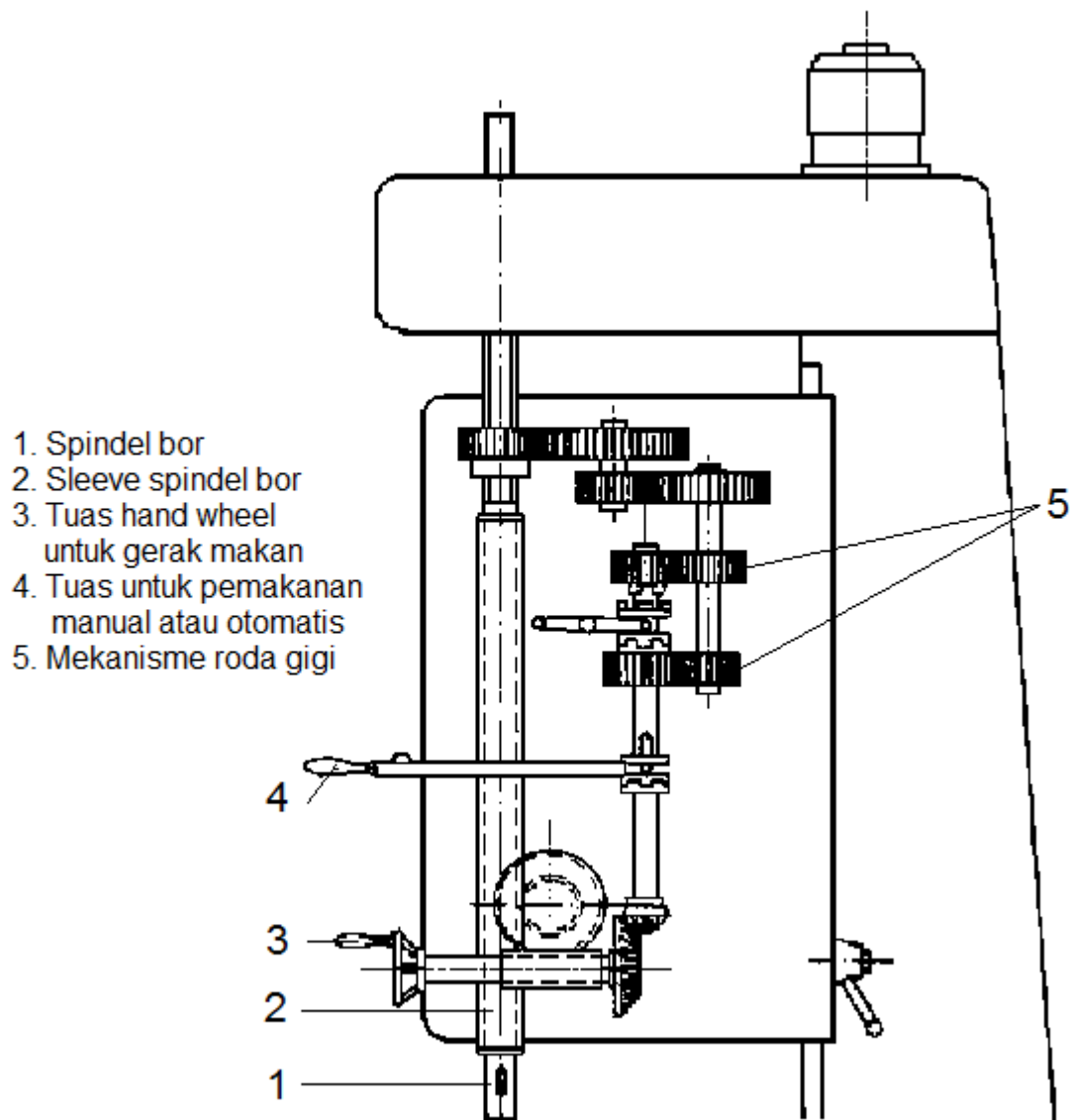
a. Sistem pengatur kecepatan spindel bor manual

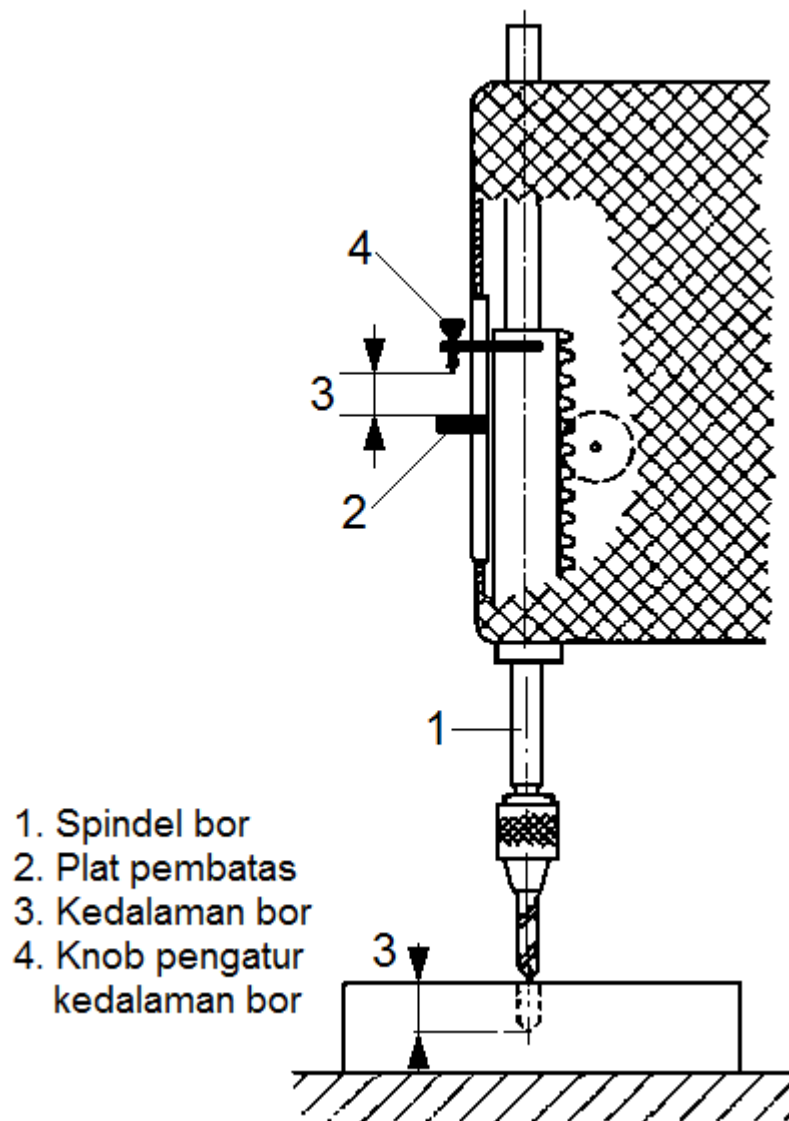
1. Spindel bor
2. Motor penggerak
3. Tuas pengatur
4. Pegas penekan
5. & 6 Pasangan pulley belt
7. Belt / sabuk

b. Sistem pengatur kecepatan spindel bor variabel

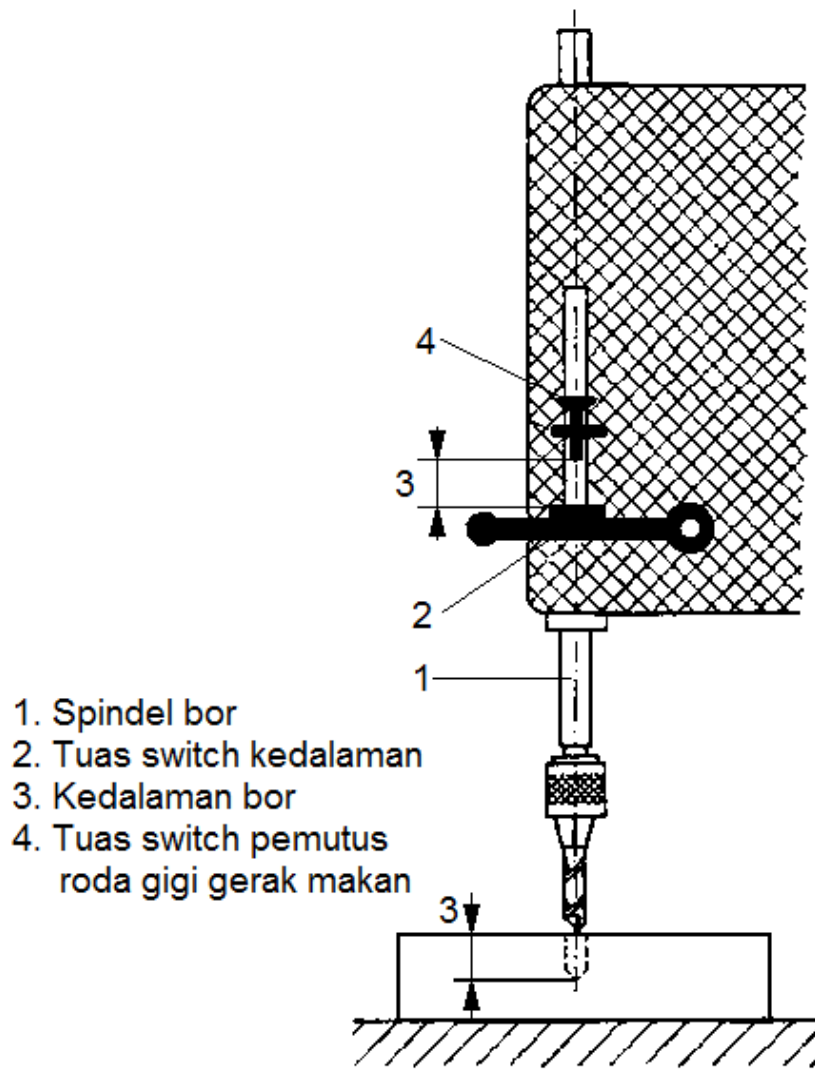
Gambar 3.13 Sistem pengaturan kecepatan spindel bor manual dan variabel.

Untuk mengatur kecepatan putar spindel pada sistem pengatur kecepatan manual adalah dengan memindahkan lintasan belt pada pulley motor penggerak dan pulley spindel bor untuk memilih kecepatan putar spindel yang diinginkan seperti pada tabel. Sedangkan untuk mengatur kecepatan putar pada sistem pengatur kecepatan variabel adalah dengan mengatur level tuas pada kecepatan putar yang diinginkan.

Roda gigi (6) digunakan untuk mekanisme gerak pemakanan pada mesin bor. Gerak pemakanan pada mesin bor yaitu menggunakan mekanisme pemakanan manual menggunakan tuas pada headstock yang digerakkan dengan tangan. Tuas pengatur (3) diputar kebawah yang memutar roda gigi (4), roda gigi yang berputar ini kemudian menarik roda gigi rak (5) untuk menekan spindel (1). Turunnya spindel bersama alat potong kebawah untuk melakukan pemakanan pada benda kerja.

Gambar 3.14. Mekanisme gerak makan manual pada mesin bor

Umumnya mesin bor hanya memiliki mekanisme gerak pemakanan manual tetapi pada mesin bor yang lebih modern memiliki fitur mekanisme gerak pemakanan otomatis. Pada gerak pemakanan otomatis, gerakan pemakanan digerakkan menggunakan tenaga putaran spindel itu sendiri. Kemudian oleh mekanisme roda gigi khusus diubah menjadi gerakan linear naik turun sejajar sumbu spindel. Gerakan ini menekan spindel kebawah untuk melakukan pemakanan secara otomatis.

Gambar 3.15. Mekanisme gerak makan otomatis pada mesin bor

Drill depth stop adalah fitur pada beberapa mesin bor yang berfungsi untuk membatasi kedalaman pemotongan alat potong dengan mengatur maksimal kedalaman spindel yang bisa ditekan oleh tuas hand wheel gerak pemakanan. Cara kerjanya adaah dengan memutar knob pengatur (4) untuk mengatur kedalaman bor (3) yang diukur dari pelat pembatas (2). Jarak antara ujung knob pengatur dengan pelat pembatas (3) akan menjadi jarak kedalaman pengeboran oleh alat potong. Salah satu fungsi drill depth stop yaitu mengatur kedalaman pengeboran yang sama pada pegeboran lubang yang banyak pada benda kerja.

Gambar 3.16. Mekanisme drill depth stop

Automatic feed disengagement (pelepasan gerak makan otomatis) adalah alat yang melepaskan mekanisme gerak pemakanan otomatis ketika kedalaman potong yang sudah diseting telah tercapai (contohnya dengan drill depth stop). Cara kerjanya adalah dengan mengatur tuas switch kedalaman (2) yang dikopel dengan spindel bor (1). Dimana tuas switch ini akan ikut turun bersamaan dengan turunnya spindel. Pada kedalaman bor (3) tertentu, tuas switch ini akan menekan tuas yang memutuskan transmisi putaran (4) pada roda gigi untuk gerak pemakanan.

Gambar 3.17. Mekanisme automatic feed disengagement

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Jelaskan komponen-komponen dasar pada mesin bor kolom dan mesin bor pilar ?
2. Apa fungsi roda gigi pada mesin bor terkait dengan fungsi sebagai gerak pemakanan ?
3. Jelaskan fungsi dari tuas gerak pemakanan pada mesin bor ?
4. Apakah kegunaan dari drill depth stop ?
5. Jelaskan mekanisme dari automatic feed disengagement ?
6. Buatlah sketsa mesin bor secara sederhana untuk menjelaskan alur transmisi putaran dari motor penggerak sampai ke benda kerja ?

3.2.2. Struktur dan mode operasi mesin bor kolom dan mesin bor pilar

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

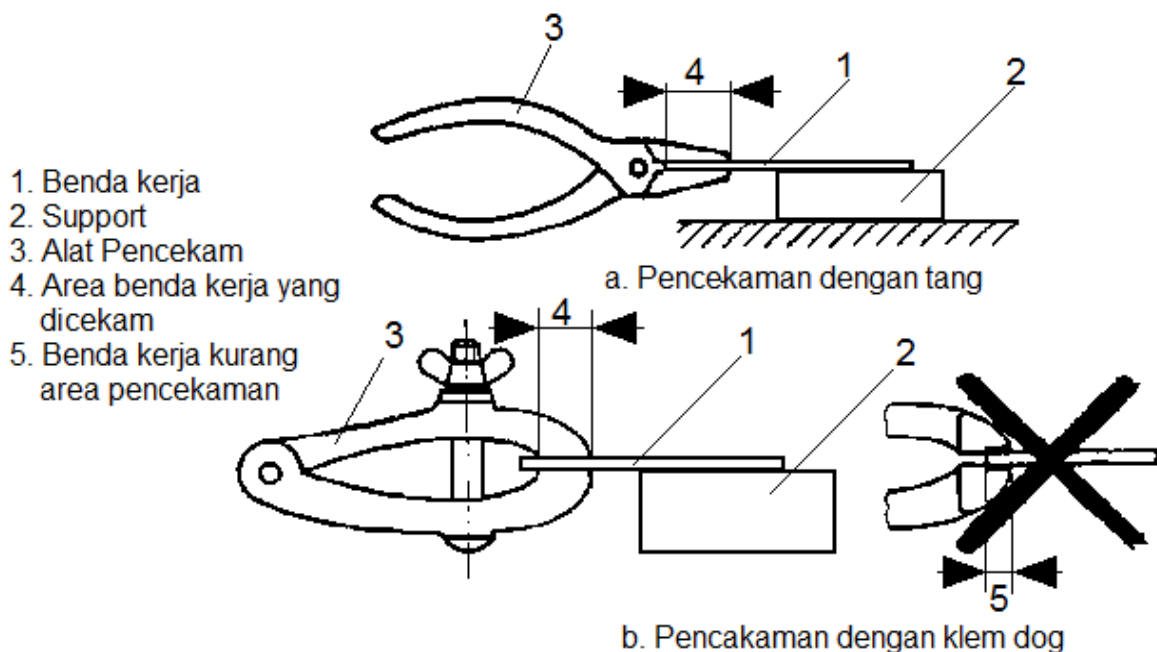
- Fungsi dari peralatan pencekam benda kerja pada mesin bor.
- Berbagai jenis peralatan pencekam.
- Cara kerja dari peralatan pencekam.
- Preferensi penggunaan peralatan clamping pada benda kerja .

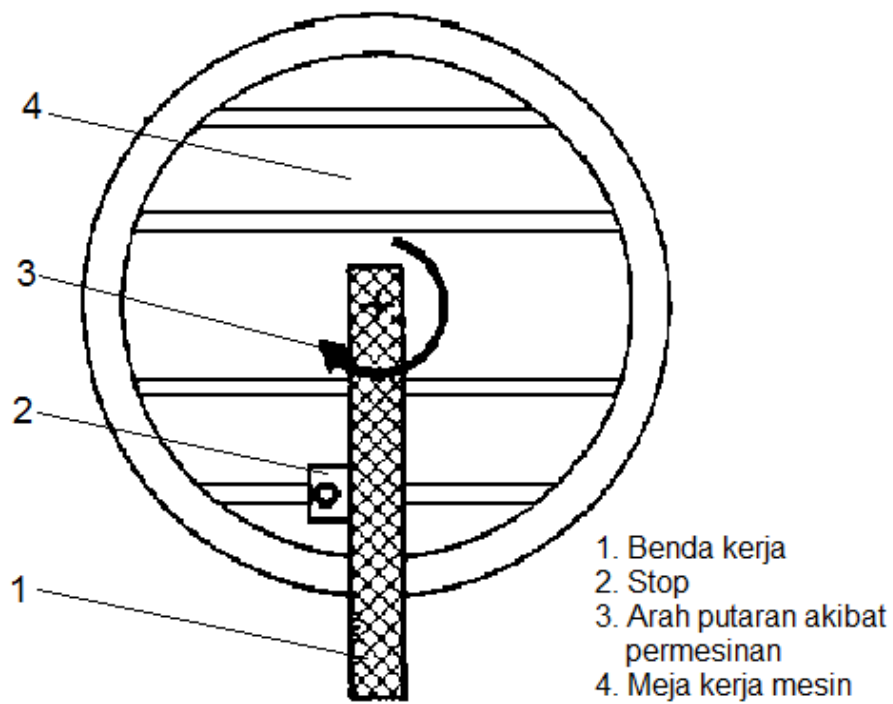
Fungsi utama dari peralatan pencekam adalah meletakkan benda kerja pada posisi yang diperlukan untuk pemotongan oleh mesin tools. Mereka menahan gaya pemotongan pada benda kerja dan mencekam benda kerja dengan kuat.

Gaya yang timbul selama pemotongan logam oleh alat potong tidak boleh sampai menggeser atau memindahkan benda kerja dari posisi awal saat dilakukan operasi permesinan. Adanya pergeseran atau perubahan posisi benda kerja terhadap meja kerja selama proses pemotongan akan mengakibatkan :

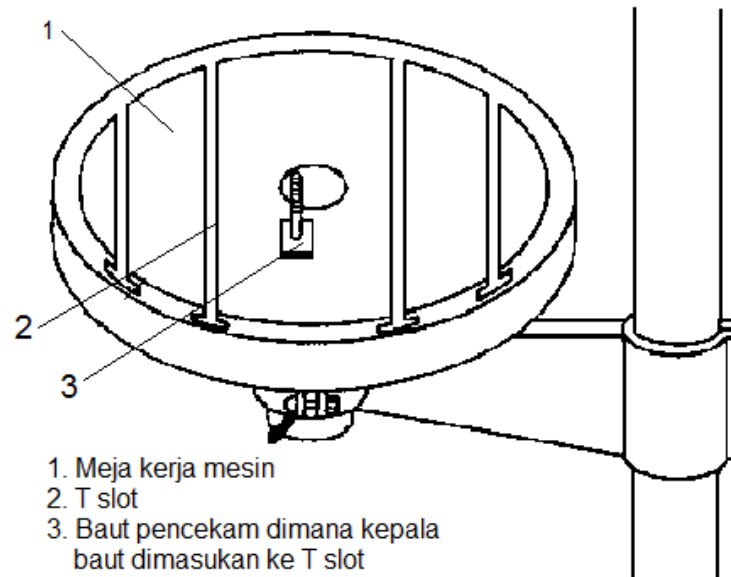
- Hasil permesinan menjadi tidak akurat.
- Kerusakan dan kehancuran pada benda kerja.
- Peningkatan resiko terjadinya kecelakaan kerja.

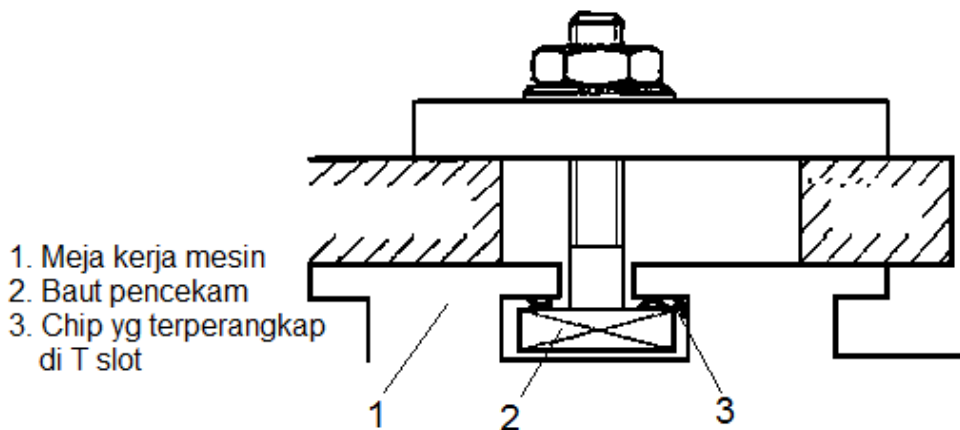
Pencekaman dan melepas pencekaman pada benda kerja didesain agar tidak membutuhkan waktu yang lama karena menjadi waktu yang tidak produktif.

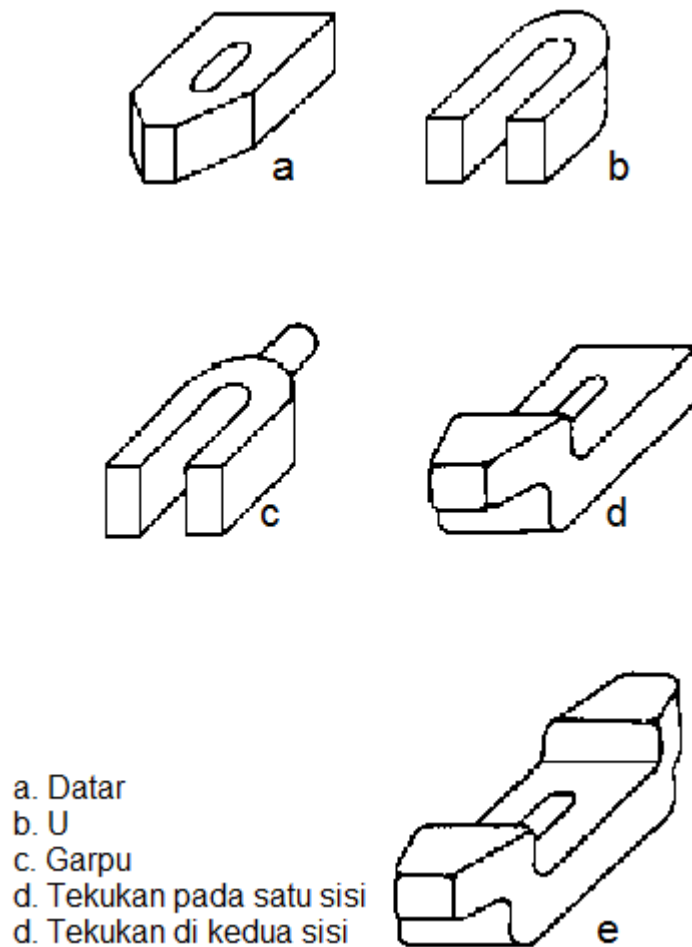
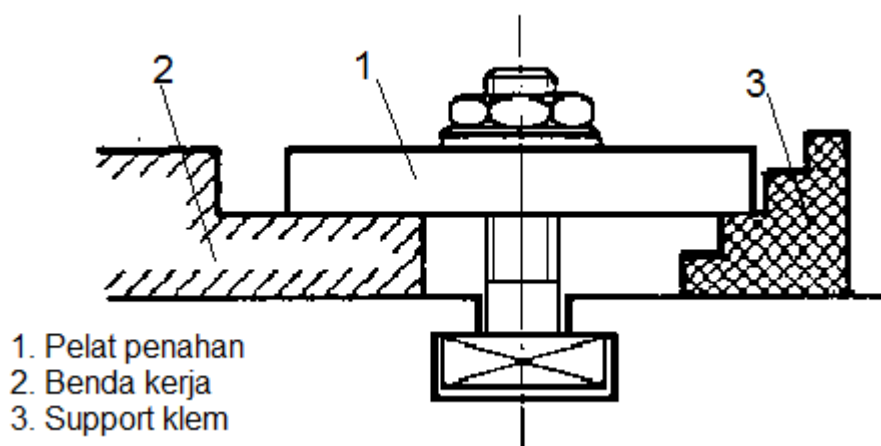
a. Peralatan cekam tangan untuk mencekam benda kerja
   Untuk permesinan benda kerja dimana gaya permesinan cukup kecil selama operasi bisa dilakukan pencekaman dengan mengunakan alat yang dipegang dengan tangan. Alat pencekam tangan yang dapat digunakan adalah ;
   - Tang jepit
   - Klem dog

Gambar 3.18. Pencekaman benda kerja dengan alat pencekam tangan.

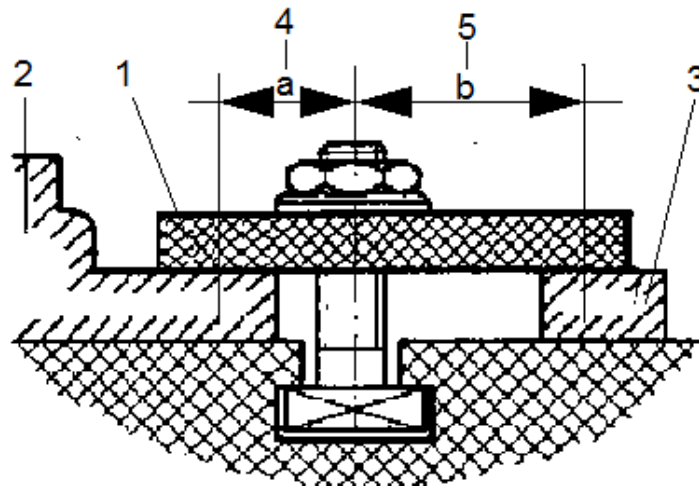
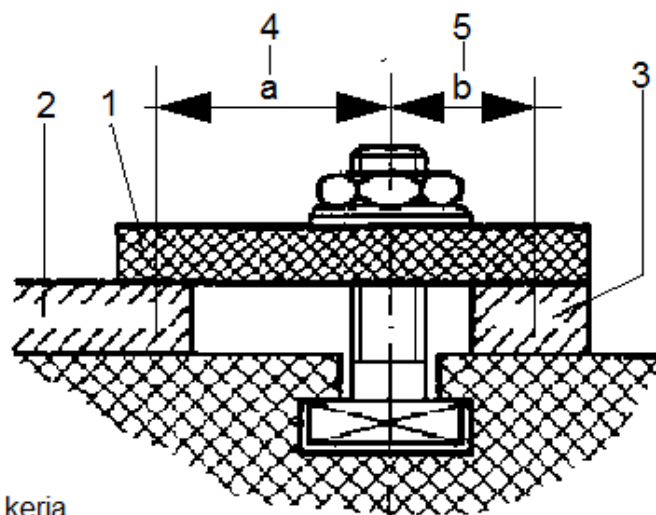
Alat pemcekam harus mencekam benda kerja dengan area pencekaman yang cukup, jika tidak maka gaya-gaya akibat proses permesinan pada benda kerja tidak bisa diserap oleh alat pencekam sehingga menyebabkan benda kerja terlepas atau bergeser dari alat pencekam, Disarankan untuk mengunakan Stop untuk menahankan gaya pemotongan benda kerja.

Gambar 3.19. Pencekaman benda menggunakan alat stop.

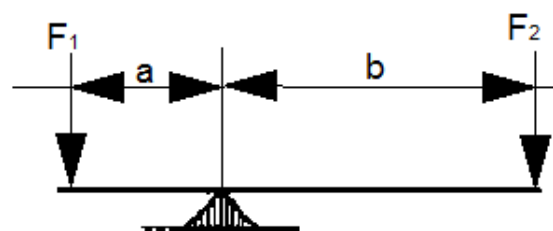
Benda kerja dengan permukaan yang datar bisa secara langsung dicekam pada meja kerja mesin menggunakan alat cekam penahan. Meja kerja mesin memiliki alur T slot yang bisa mengakomodir baut pencekam / drawbolt. Kepala baut pencekam berbentuk T dimasukkan ke alur T slot pada meja kerja mesin.

Pastikan alur T slot pada meja kerja mesin dalam keadaan bersih karena chip akan berkumpul pada alur T slot. Jika ada chip pada alur T slot dapat mengakibatkan kepala baut pencekam tidak bisa mencekam benda kerja dengan baik karena ada chip yang menghalangi kepala baut pencekam. Akibatnya pencekaman benda kerja menjadi longgar saat operasi.

Gambar 3.20 Pencekaman benda kerja dengan baut pencekam

Alur T slot harus selalu dibersihkan. Adanya chips dapat merusak pencekaman. Terdapat potensi kecelakaan kerja, kerusakan alat dan benda kerja.

Gambar 3.21. Chip di alur T slot dapat mengganggu proses pencekaman dengan baut pencekam

Alat pencekam berupa klem atau plat penahan digunakan degan cara tidak ditempelkan secara langsung pada meja kerja mesin. Satu sisi dari klem atau plat penahan digunakan untuk menekan benda kerja sedangkan sisi lainnya menekan support klem. Tinggi dari support klem diusahakan sejajar dengan tinggi benda kerja yang akan dicekam. Bentuk dan ukuran dari klem atau pelat penahan bermacam-macam untuk mencekam benda kerja dengan berbagai bentuk dan ukuran.

Gambar 3.22. Berbagai jenis dan bentuk dari klem atau pelat penahan

Gambar 3.23. Penggunaan support klem dan pencekaman

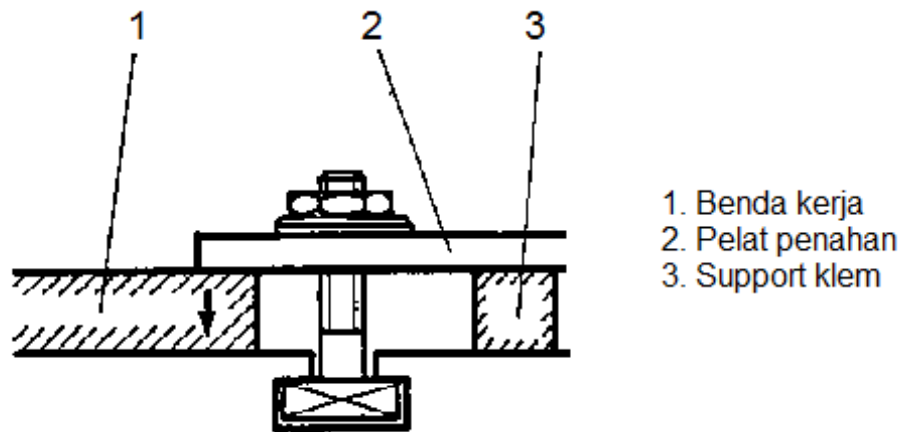
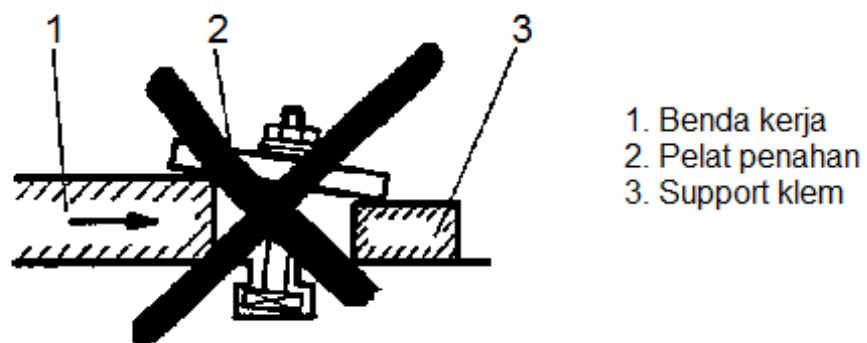
Pelat penahan atau klem dipasang sedemikian rupa sehingga lengan pada sisi support klem lebih panjang daripada lengan pada sisi benda kerja. Ini adalah petunjuk pemasangan klem yang benar dan aman.

a. Pemasangan klem yang benar

1. Klem / plat penahan
2. Benda kerja
3. Support klem
4. Jarak baut ke benda kerja
5. Jarak baut ke support klem

b. Pemasangan klem yang salah

$$F_1 \times a = F_2 \times b$$

c. Gaya-gaya pada klem

Gambar 3.24. Pemasangan klem / pelat penahan yang benar

Jika beberapa klem digunakan secara bersama-sama disarankan untuk mengencangkan semua baut pencekam secara merata. Jika baut pencekam dikencangkan secara tidak merata maka pencekaman menjadi kurang kuat dan permesinan menjadi kurang akurat atau salah.

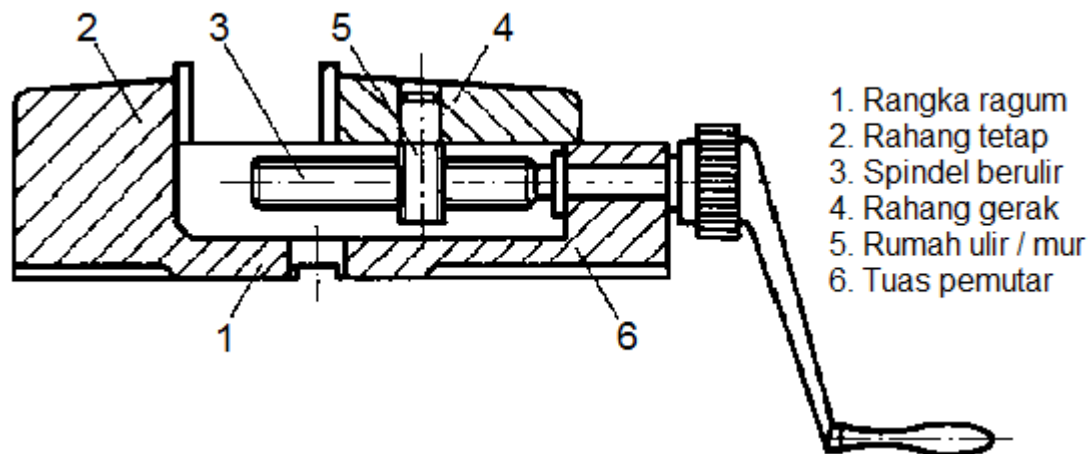
Kemiringan pelat penahan harus dibuat serata mungkin dengan meja kerja mesin dengan menggunakan support klem dengan tinggi yang sama dengan ketinggian posisi pencekaman. Posisi pelat pengaman yang miring membuat pencekaman menjadi tidak aman.

a. Posisi pelat penahan harus sejajar dengan meja kerja mesin agar aman

b. Posisi pelat penahan miring, pencekaman benda kerja kurang aman

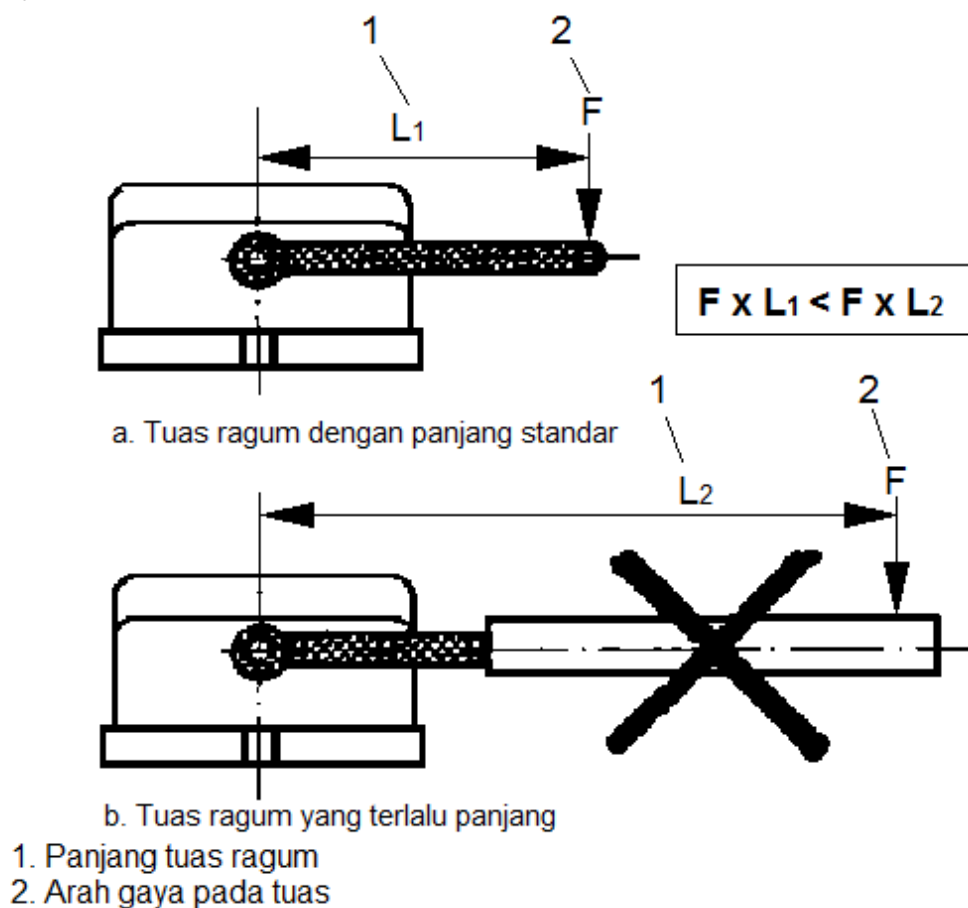
Gambar 3.25. Kemiringan klem / pelat penahan yang benar.

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan klem atau pelat penahan adalah :

- Semua baut pencekam harus dikencangkan secara merata.
- Pemilihan support klem yang sesuai sehingga posisi klem atau plat penahan sejajar dengan meja kerja mesin.
- Memasang klem dengan jarak baut pencekam ke sisi benda kerja lebih pendek daripada ke sisi support klem.

b. ‘Peralatan pencekam dengan menggunakan ragum mesin

Fungsi dari ragum mesin sama seperti ragum meja yang dipasang pada workbench. Ragum terdiri dari dua komponen utama yaitu rahang tetap (1) dan rahang bergerak (2) yang saling menekan dengan cara memutar spindel berulir. Rahang bergerak meluncur pada permukaan luncur pada rangka ragum (1) dan terhubung dengan lubang berulir (5) dimana spindel berputar. Spindel diputar dengan menggunakan tuas pemutar (6).

Gambar 3.26 Konstruksi ragum mesin.

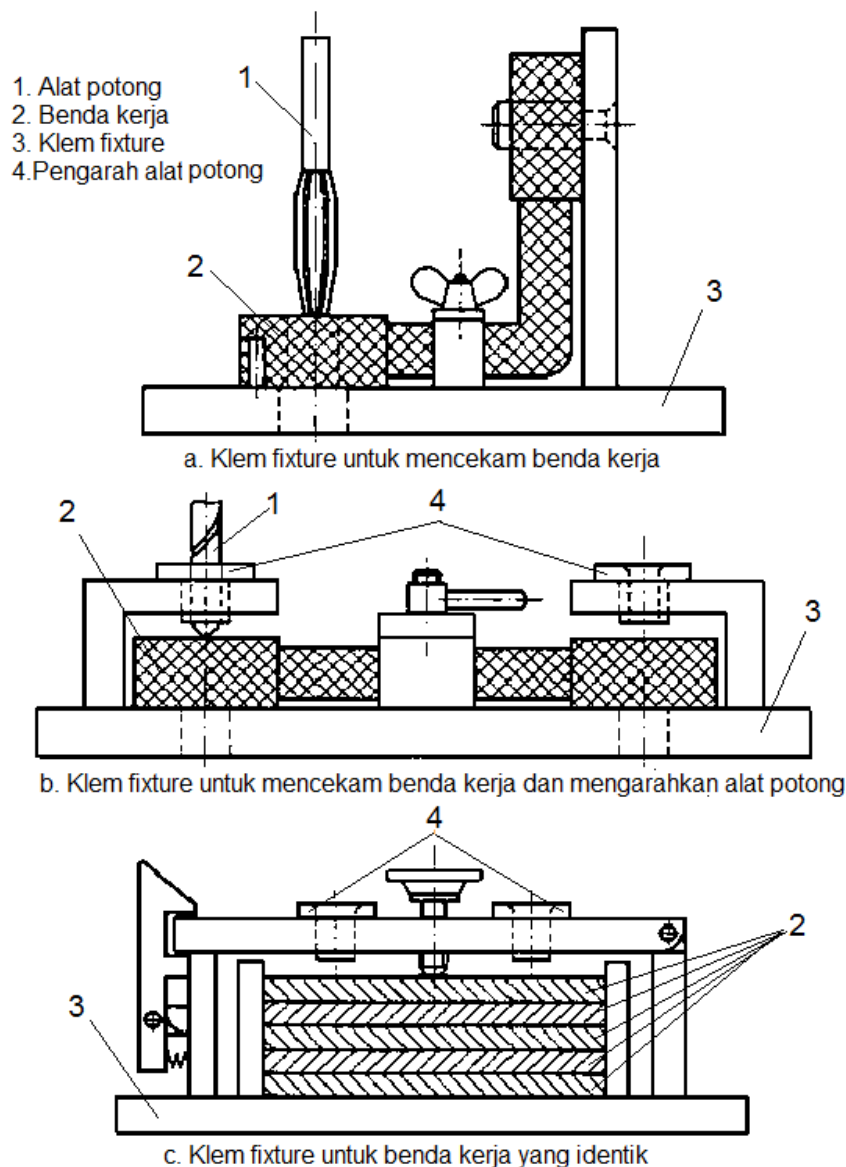
Cara kerja ragum seperti tuas pengungkit yang melipatgandakan kekuatan putar tangan manusia menjadi kekuatan jepit oleh rahang ragum yang dibutuhkan untuk mencekam benda kerja secara aman. Memperpanjang tuas putar ragum akan meningkatkan gaya tekan diluar ketentuan dimana kekuatan jepit ragum dapat merusak atau mendeformasi benda kerja.

Gambar 3.27 Gaya yang bekerja pada tuas ragum.

Dilarang untuk memperpanjang tuas ragum dari panjang standarnya karena dapat menyebabkan kerusakan pada benda kerja yang akan dicekam atau kerusakan pada ragum itu sendiri.

Dimungkinkan untuk memegang ragum mesin yang berukuran kecil dengan tangan untuk melakukan operasi pengeboran pad benda kerja yang berukuran kecil. Untuk benda kerja yang berukuran besar harus menggunakan ragum mesin yang sesuai dan dikencangkan dengan baut pencekam ke meja kerja mesin.

c. Klem fixture

Klem fixture atau fixture penahan memiliki fungsi spesial. Karena alasan inilah, desain klem fixture sangat berbeda dengan klem lainnya. Klem fixture digunakan untuk :

- Untuk mencekam benda kerja yang tidak mampu dikecam dengan baik oleh klem atau pelat penahan biasa serta ragum mesin.
- Untuk jumlah produksi benda kerja yang banyak dan memiliki desain dan ukuran yang identik dimana membutuhkan pencekaman yang berulang dengan posisi benda kerja yang sama terhadap posisi spindel.
- Untuk mencekambenda kerja yang banyak secara simultan.
- Untuk kasus khusus dimana alat potong harus dicekam secara terpisah.

Gambar 3.28 Berbagi jenis klem fixture pada operasi pengeboran

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Jelaskan fungsi dari alat pencekam pada mesin bor kolom danmesin bor pillar ?
2. Sebutkan nama alat pencekam pada mesin bor kolom dan mesin bor pillar ?
3. Benda kerja apakah yang bisa dicekam dengan menggunakan berbagai alat cekam pada soal nomor 2 ?
4. Apa yang perlu diamati dari berbagai jenis alat clamping dalam rangka untuk mencekam benda kerja secara aman ?
5. Apa pengaruh dari melaksanakan proses pencekman yang benar dengan kualitas permesinan pada benda kerja ?

3.2.3. Peralatan klem / pencekam di mesin bor dan fungsinya

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Fungsi dari peralatan klem / pencekam yang ada di mesin bor pilar dan mesin bor kolom.
- Jenis-jenis alat klem / pencekam di mesin bor.
- Cara kerja dari alat klem / pencekam.
- Berbagai jenis peralatan klem/ pencekam.
- Cara kerja dari peralatan klem / pencekam.
- Alat klem / cekam yang digunakan untuk mencekam alat potong.

a. Fungsi dari alat cekam di mesin bor

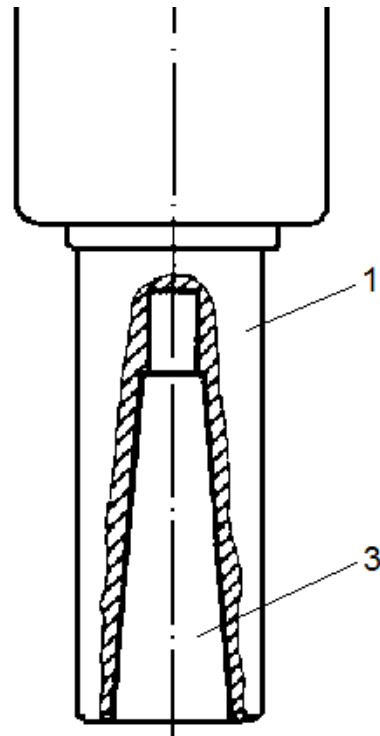
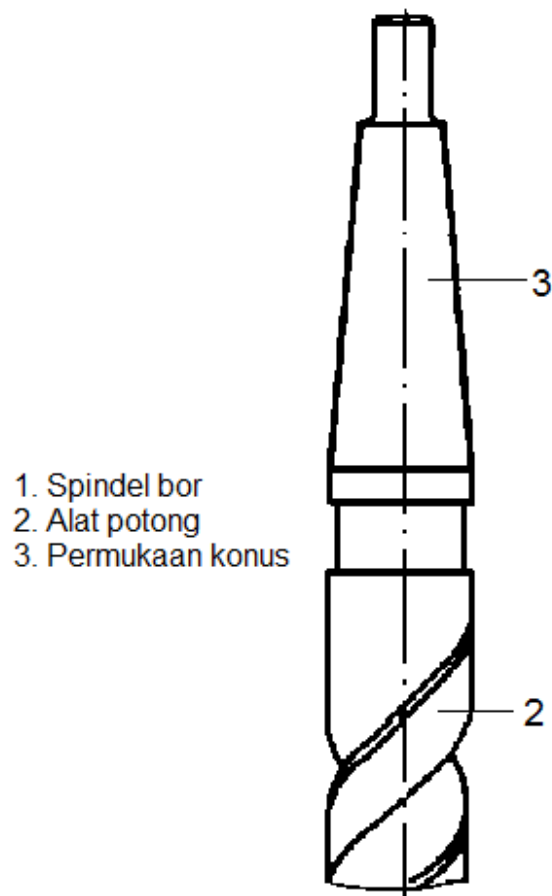
Fungsi dari alat klem / pencekam pada mesin bor adalah mentuk mentrasfer kekuatan putaran spindel mesin bor ke alat potong. Alat pencekam memegang alat potong dengan kuat sehingga tidak bergetar dan menjamin alat potong beroperasi dengan benar.

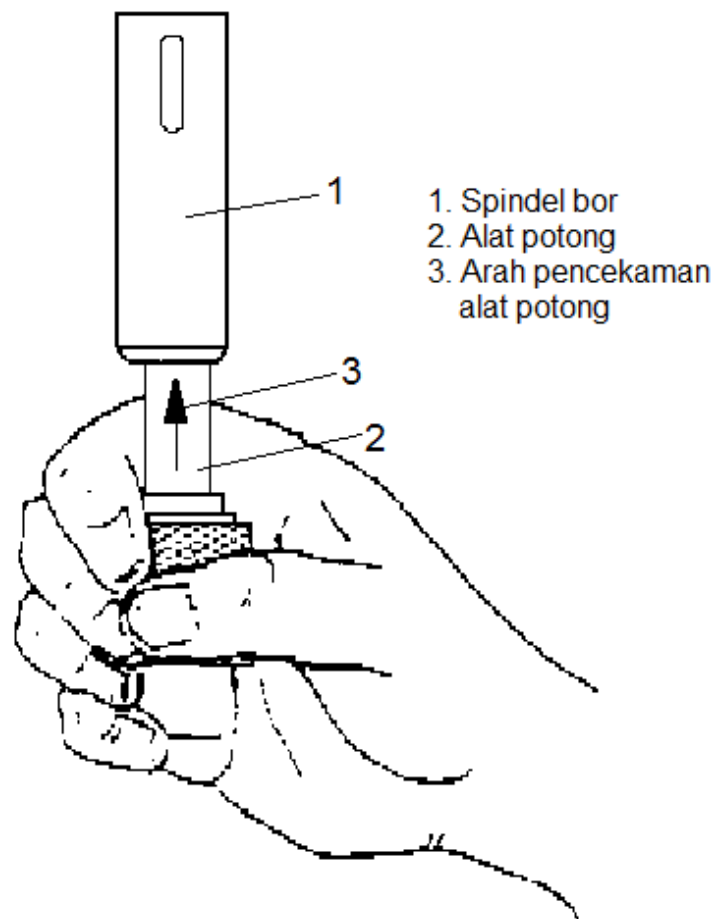
Alat klem dibuat sedemikian rupa sehingga alat potong bisa dicekam dan dilepaskan dengan mudah dan cepat. Selama pengoperasian permesinan, alat potong yang digunakan tidak boleh terlepas atau menjadi longgar karena dapat merusak atau menghancurkan benda kerja

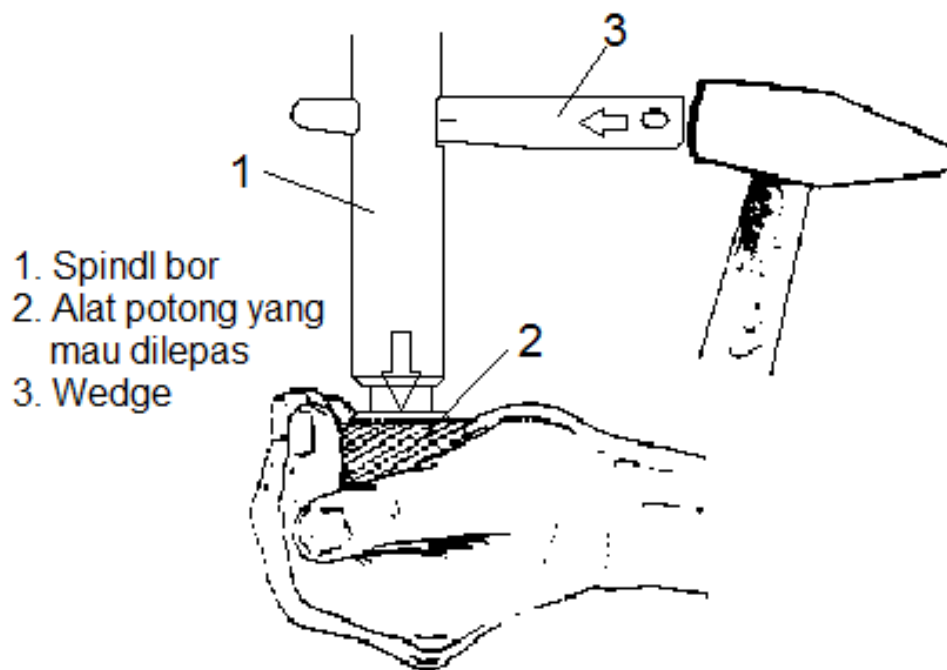
b. Alat cekam pasangan konus / come connection

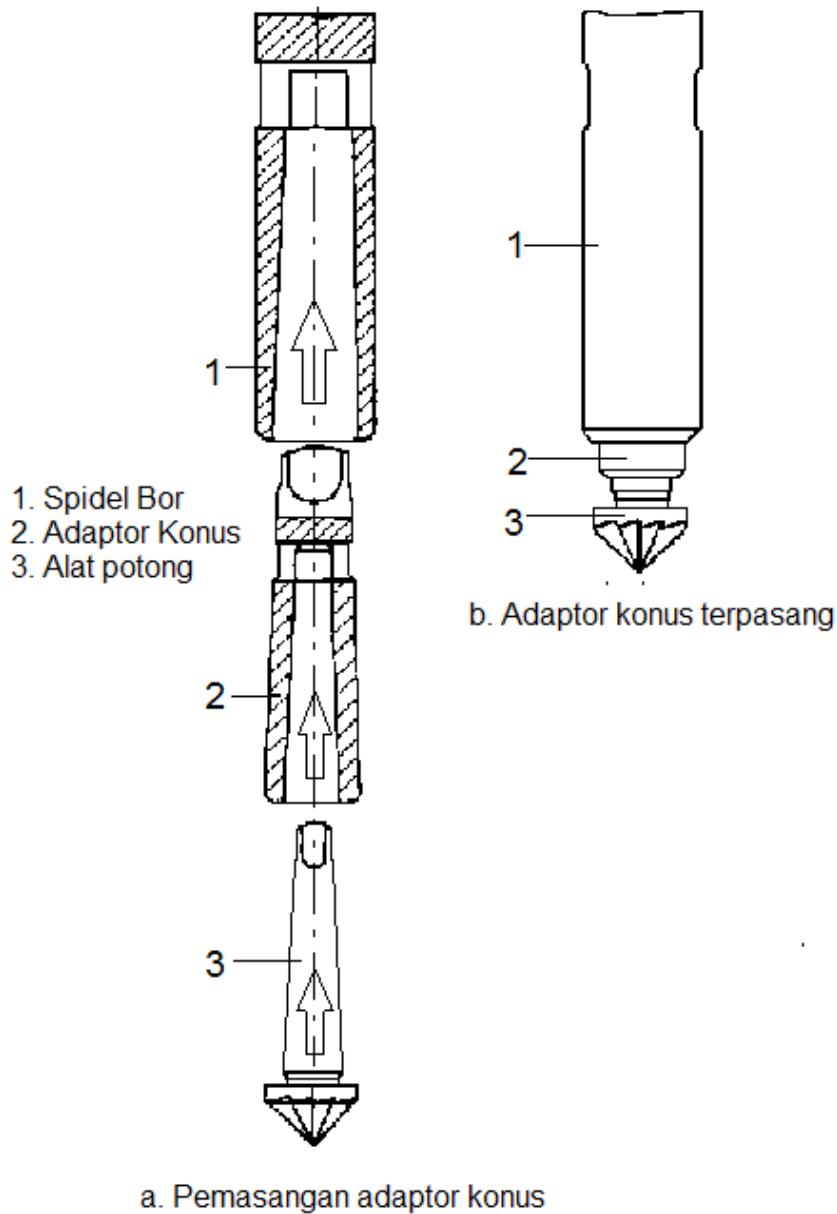
Sistem pencekaman sederhana dan handal untuk mencekam alat potong oleh spindel bor yaitu cone connection. Cone connection adalah pasangan bentuk konus yang terdiri dari :

- Bentuk konus dalam / internal taper pada bagian dalam dari spindel bor.
- Bentuk konus luar / exsternal taper pada tangkai alat potong

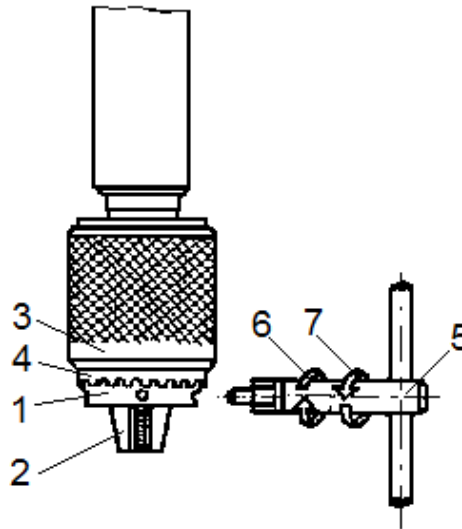
Proses pencekaman terjadi saat tangkai alat potong yang berbentuk konus luar (2) dimasukkan kedalam lubang yang berbentuk konus dalam pada spindel bor (1). Antara bentuk konus dalam dan luar (3) saling menempel dan terjadi gesekan yang besar akibat gaya-gaya yang bekerja pada bentuk konus tersebut sehingga antara spindel bor dan alat potong tidak slip atau lepas saat menahan dampak akibat gaya pemotongan oleh alat potong.

a. Konus dalam / internal taper dari spindel bor

b. Konus luar / exsternal taper dari alat potong

Gambar 3.29. Bentuk konus dari spindel bor dan alat potong

Gambar 3.30 Cara pencekaman cone connection

Alat yang disebut wedge digunakan untuk melepaskan pencekaman alat potong pada spindel bor. Wedge tersebut dimasukkan kedalam lubang persegi disisi spindel bor dan ditekan atau dipukul sehingga alat potong didorong keluar dari bagian konus dari spindel bor.

Gambar 3.31 Cara melepas cone connection.

Permukaan konus haruslah selalu dibersihkan dan bebas dari minyak dan gemuk. Permukaan tersebut tidak boleh rusak karena dapat menyebabkan alat potong tidak tercekam kuat dengan spindel bor. Ukuran dari bentuk konus sudah terstandarisasi. Selubung perantara atau adaptor konus (2) dapat digunakan untuk mencekam alat potong (3) dengan konus luar yang lebih kecil untuk dipasang pada spindel bor (1) yang memiliki ukuran konus dalam yang lebih besar.

Gambar 3.32. Cara memasang adaptor konus / cone connection

c. Alat cekam chuck

Alat potong yang memiliki tangkai berbentuk tabung silindris dapat dicekam menggunakan chuck. Alat cekam chuck dihubungkan dengan spindel bor menggunakan cone connection.

Gambar 3.33 Alat pencekam drill chuck

Cara mencekam dan melepas cekaman dari chuck adalah sama dengan alat potong yang menggunakan cone connection. Alat potong dengan tangkai berbentuk silindris dijepit oleh chuck menggunakan tiga buah rahang chuck. Rahang chuck memiliki celah yang dapat diatur sedemikian rupa untuk menyesuaikan dengan ukuran tangkai chuck. Cara mengatur dan menjepit rahang chuck adalah dengan memutar selubung chuck dengan menggunakan kunci chuck.

Setelah mencekam atau melepas cekaman, kunci chuck harus segera dilepas. Potensi bahaya kecelakaan jika kunci chuck masih terpasang saat mesin akan dioperasikan

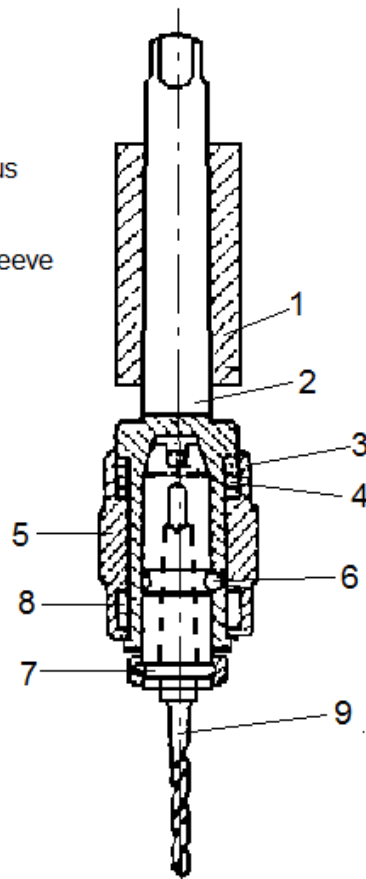
Saat pencekaman, selubung chuck harus dikencangkan dengan kunci chuck sekencang mungkin agar putaran alat potong tidak mengalami kemacetan. Jika tidak, alat potong akan mengalami kerusakan dan tidak dapat digunakan lagi.

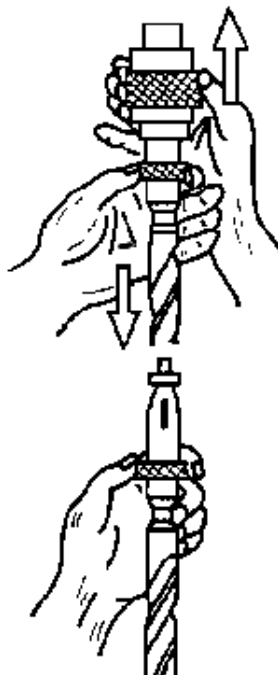
d. Quick change chuck

Fungsi quick change chuck adalah mempercepat proses pencekaman dan pelepasan cekam alat potong. Quick change chuck digunakan saat diperlukan operasi yang membutuhkan berbagai jenis alat potong karena melakukan operasi pengeboran yang berbeda contohnya urutan operasi benda kerja seperti pengeboran, countersinking, raming, tapping dan sebagainya.

Quick release chuck dimasukkan kedalam spindel bore menggunakan mekanisme cone connection dan penggantian alat potong dilakukan oleh chuck.

Saat memasang alat potong ke quick change chuck dilakukan dengan mengangkat selubung / sleeve (5) sehingga bola baja (6) masuk kedalam recess (8). Alat potong kemudian dimasukkan dari bawah ke lubang quick relase chuck yang ditahan posisinya oleh track ring (7). Saat driving pin (4) diaktifkan oleh alat potong, driving pin berputar. Saat track pin menjadi longgar, pegas (3) mendorongnya kebawah. Roda baja (6) mengunci alat potong dan mencekam alat potong dengan kuat.

Dikarenakan alat potong mudah untuk dicekam, disarankan menggunakan quick change chuck bersama dengan klem fixture untuk benda kerja yang membutuhkan klem fixture.

Gambar 3.34. Bagian-bagian dari quick release chuck

Saat melepas alat potong yang ditahan oleh track ring, selubung atau sleeve diangkat keatas, track ring menjadi longgar dan alat potong bisa dengan mudah ditarik kebawah dikeluarkan dari quick change chuck.

Gambar 3.35. Cara melepas alat potong di quick release chuck

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan nama alat pencekam alat potong yagng digunakan pada mesin bor kolom dan mesin bor pillar ?
2. Dari nama alat pencekam tersebut, digunakan untuk mencekam alat potong seperti apa ?
3. Jelaskan cara mencekam dan melepas cekaman dengan benar pada cone connection ?
4. Jelaskan cara kerja dari ala cekam chuck ?
5. Jelaskan kenapa tidak cukup hanya memutar selubung chuck dengan tangan saat akan mencekam alat potong tanpa kunci chuck ?
6. Apa dampak pada benda kerja jikaalat potong tidak dicekam dengan benar ?

3.2.4. Cara penggunaan mesin bor kolom dan mesin bor pillar

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Penyetelan dari mesin bor kolom dan mesin bor pillar.
- Operasi dan pengawasan dari mesin bor saat beroperasi.
- Kesalahan yang perlu dihindari saat mengawasi operasi mesin bor.

a. Penyetelan awal mesin

Penyetelan mesin bor dilakukan dengan menyesuaikan operasi bor yang dilakukan seperti mengebor, counter sinking, reaming dengan parameter operasi yang diperlukan dalam pemotongan benda kerja.

- Mengatur kecepatan putar spindel bor
  Gerakan potong yang benar pada mesin bor perlu disetel seusai parameter pada sistem pengatur kecepatan putar spindel bor. Parameter ini adalah kecepatan potong (Cs).

  Besarnya kecepatan potong (Cs) dipengaruhi oleh :
  - Jenis material benda kerja, contohnya besi cor, baja , tembaga, alumunium.
  - Jenis material dari alat potong, contohnya HSS, karbide.
  - Operasi pengeboran yang dilakukan contohnya mengebor, countersink, reaming.

  Penyetelan kecepatan putar spindel bor dilakukan agar sesuai dengan karakteristik pemotongan yang diperlukan yaitu kecepatan pemotongan.

Kecepatan pemotongan (Cs) adalah kecepatan mata alat potong dalam memotong benda kerja.

Besar kecepatan potong (Cs) pada mesin bor memiliki rumus :

$$Cs = \pi \times D \times Rpm / 1000 .$$

Satuan kecepatan potong adalah dalam meter/menit dengan
π adalah konstanta dengan nilai 3,14,
D adalah diameter alat potong dalam pemotongan benda kerja dalam milimeter.
Rpm adalah kecepatan putar dari alat potong.

Dalam pengoperasian mesin bor, parameter yang bisa diketahui adalah kecepatan potong dan diameter dari alat potong sehingga untuk mengetahui kecepatan putar spindel mesin bor didapatkan rumus :

Kecepatan putar Spindel (Rpm) = A x 1000 x Cs / (π x D)

A adalah konstanta untuk jenis operasi yang akan dilakukan pada mesin bor.
Dimana untuk operasi pengeboran lubang, nilai A = 1.
Operasi counterbore, nilai A = 0,33,
Operasi reaming, nilai A = 0,5.
Operasi countersinking, nilai A = 0m,33.
Operasi Tapping, nilai A = 0,33.

Untuk menentukan nilai kecepatan potong (Cs) dalam perhitungan kecepatan putar spindel, Nilai kecepatan potong (Cs) dapat dicari dengan melihat tabel kecepatan potong antara jenis pahat dengan jenis material benda kerja. Data kecepatan potong dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Bahan	Pahat HSS		Pahat Karbida	
	m/men	Ft/min	M/min	Ft/min
Baja lunak(*Mild Steel*)	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang(*Cast Iron*)	14 – 17	45 – 55	45 - 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	a. – 600

Tabel 3.1. Tabel kecepatan potong pada mesin bor

Kecepatan potong diatur untuk operasi pengeboran tertentu selama faktor yang mempengaruhi kecepatan potong .tidak mengalami perubahan. Pada mesin bor dengan sistem kecepatan putar spindel bor ditentukan oleh mekanisme roda gigi, perubahan kecepatan ini dilakukan dengan mengatur tuas kecepatan. Pada mesin bor dengan sistem V-belt, perubahan dilakukan dengan mengubah jalur lintasan V-belt sesuai kecepatan putar yang diinginkan.

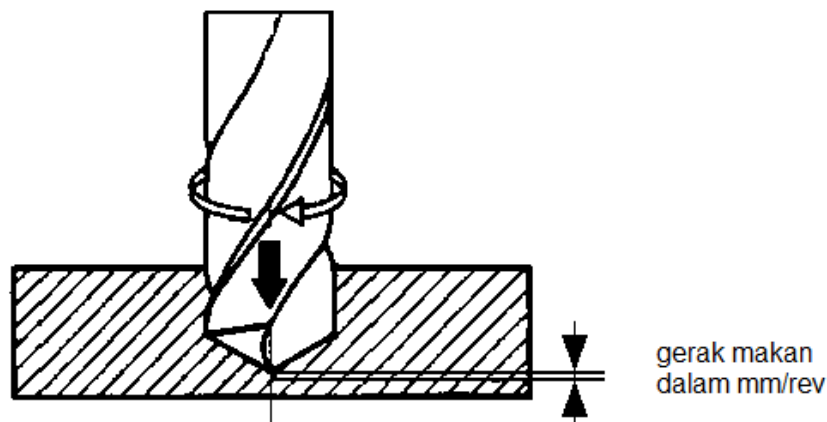
Contoh :
Berapakan kecepatan spindel untuk operasi pembuatan lubang dengan menggunakan mata bor HSS berdiameter 6 mm pada material ST 37 (mild steel).

Rpm = A x 1000 x Cs / (π x D)
= 1 x 1000 x 21 / (3,14 x 6)
= 1.114 Rpm

- Mengatur kecepatan gerak makan

  Gerak makan pada mesin bor dilakukan dapat dilakukan dengan cara manual dengan memutar tuas atau dengan sistem pemakanan otomatis. Sistem pemakanan otomatis disarankan untuk digunakan pada beberapa benda kerja yang identik atau berulang atau pengeboran dengan lubang berdiameter besar yang membutuhkan kekuatan tekan yang besar untuk gerak makan.

  Parameter yang diperlukan kemudian disetel pada sistem pemakanan otomatis. Parameter ini disebut gerak makan atau feed.

Besar gerak makan atau feed adalah besar pertambahan kedalaman operasi untuk setiap putaran spindel bor. Satuan gerak makan pada mesin bor umumnya adalah mm/rev (rev = putaran satu).

Gambar 3.36. kecepatan gerak makan Ilustrasi / feed

Besarnya kecepatan potong dipengaruhi oleh :
- Jenis material benda kerja, contohnya besi cor, baja , tembaga, alumunium
- Jenis material dari alat potong, contohnya HSS, karbide
- Operasi pengeboran yang dilakukan contohnya mengebor, countersink, reaming

Untuk mesin bor yang gerak pemakanan dilakukan secara manual dengan tangan, besar kecepatan gerak makan tidak memiliki rumus tertentu. Sedangkan jika menggunakan mesin bor dengan gerak makan otomatis. Untuk mengebor benda kerja dengan menggunakan twist drill HSS maka kecepatan gerak makan menyesuaikan dengan diameter benda kerja dan besarnya dapat dilihat pada tabel 3.2 :

KECEPATAN PEMAKANAN BOR UNTUK MATA BOR HSS				
MATERIAL	DIAMETER MATA BOR / TWIST DRILL			
	3,2 MM	6,4 MM	12.7 MM	19 MM
Baja lunak	0,08 mm/rev	0,13 mm/rev	0,20 mm/rev	0,27 mm/rev
Baja perkakas	0,05 mm/rev	0,09 mm/rev	0,15 mm/rev	0,22 mm/rev
Besi tuang	0,08 mm/rev	0,13 mm/rev	0,20 mm/rev	0,27 mm/rev
Aluminium	0,08 mm/rev	0,15 mm/rev	0,25 mm/rev	0,4 mm/rev
Tembaga	0,08 mm/rev	0,15 mm/rev	0,25 mm/rev	0,4 mm/rev

Tabel 3.2. Tabel kecepatan gerak makan mata bor HSS

Saat dilakukan penyetelan kecepatan gerak makan otomatis maka terbentuk hubungan antara kecepatan putar spindel bor dalam rpm dengan kecepatan gerak makan dalam mm/rev. Contohnya saat mesin bor disetel dengan kecepatan putar spindel sebesar 500 rpm (rpm = putaran per menit) Dan kecepatan gerak makan otomatis disetel dengan nilai 0,1 mm/rev maka kecepatan gerak makan adalah 500x0,1 = 50 mm per menit. Jadi kedalaman bor akan bertambah 50 mm untuk setiap 1 menit operasi pengeboran.

- Proses penggantian kecepatan putar spindel bor atau kecepatan gerak makan
  Pada mesin bor dengan mekanisme transfer roda gigi, tuas indikator harus diposisikan sesuai dengan indikator yang tertera. Jika tuas sulit untuk digerakkan karena belum pasnya pasangan roda gigi maka spindel bor harus diputar perlahan sampai tuas indikator bisa digerakkan dengan lancar. Kita harus dapat merasakan jika proses perpindahan kecepatan mengalami hambatan akibat posisi pasangan roda gigi yang kurang pas. Jangan memaksa dengan kekuatan untuk memutar tuas jika ada hambatan.

Kerusakan dapat terjadi jika salah dalam proses perpindahan kecepatan dengan mekanisme tuas roda gigi seperti menggunakan kekuatan paksa untuk menggerakkan tuas, membalikkan putaran saat putaran belum berhenti total dll. Perhatikan dan laksanakan prosedur operasi mesin

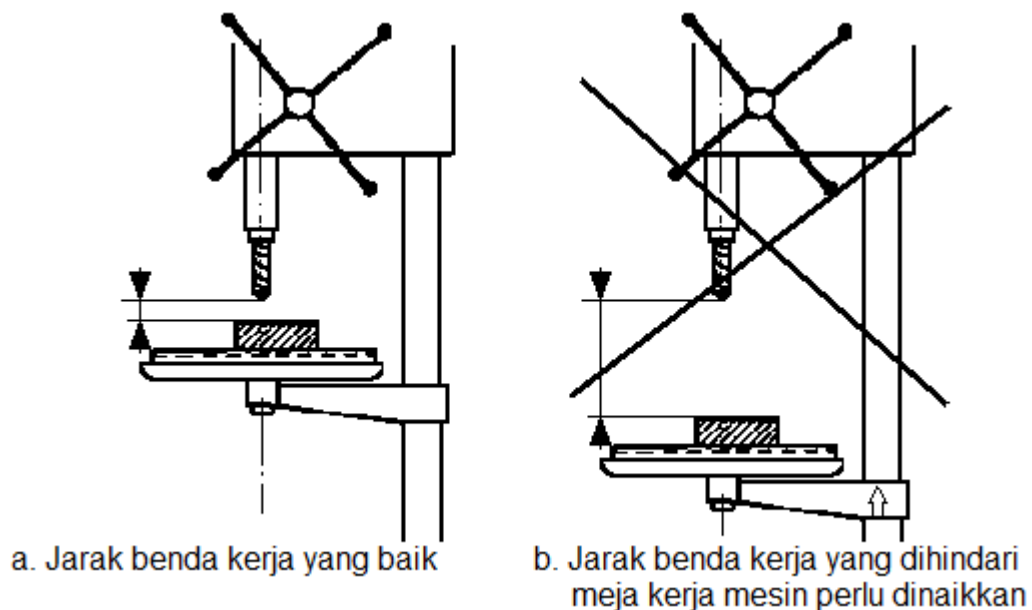
Untuk mesin bor yang menggunakan belt dan pulley, proses pemindahan kecepatan dilakukan sebagai berikut :

- Lepaskan rumah atau kawat pelindung pulley.
- Longgarkan alat penyetel kekencangan pulley jika ada.
- Belt dibuat longgar.
- Pindahkan belt ke lintasan pulley yang baru.
- Kencangkan belt.
- Setel kembali alat penyetel kekencangan pulley.
- Pasang kembali rumah atau kawat pelindung pulley.

Rumah atau kawat pelindung pulley harus segera dipasang. Mesin bor tidak boleh dihidupkan tanpa rumah pelindungnya.

- Proses pencekaman benda kerja
  Benda kerja dicekam pada meja kerja mesin dengan menggunakan alat cekam seperti yang dijelaskan pada bagian 3.2.2. Dalam proses pencekaman benda kerja, hendaknya diperhatikan hal-hal berikut ini :

  - Meja kerja mesin
    Meja kerja mesin harus dibersihkan dari chips dan sisa-sisa air pendingin terutama pada alur T slot
  - Ragum mesin dan klem fixture.
    Ragum mesin dan klem fixture harus dibersihkan dari chip, dilakukan pemeriksaan kelancaran putaran spindel ragum dan klem, lumasi jika diperlukan, perhatikan posisi benda kerja saat dicekam terhadap spindel.
  - Baut pencekam / drawbolt
    Baut pencekam harus diuji agar bisa memasuki tslot dengan lancar, mur harus diuji apakah bisa digunakan dengan lancar.

  Benda kerja harus diposisikan dalam rentang jangkauan operasi mesin dengan cara menaik turunkan meja kerja mesin sehingga posisi benda kerja berada tepat dibawah alat potong dan tidak boleh terlalu jauh. Harus diperhatikan bahwa jarak antara alat potong dengan benda kerja serta kedalaman operasi yang dilakukan pada benda kerja masih berada dalam rentang jangkauan gerak makan spindel bor.

Gambar 3.37. Jarak antara benda kerja dan alat potong yg direkomendasikan

Pengaturan jarak benda kerja dilakukan dengan menaik turunkan meja kerja mesin sampai didapat jarak yang memadai dari posisi spindel bor paling tinggi dengan benda kerja.

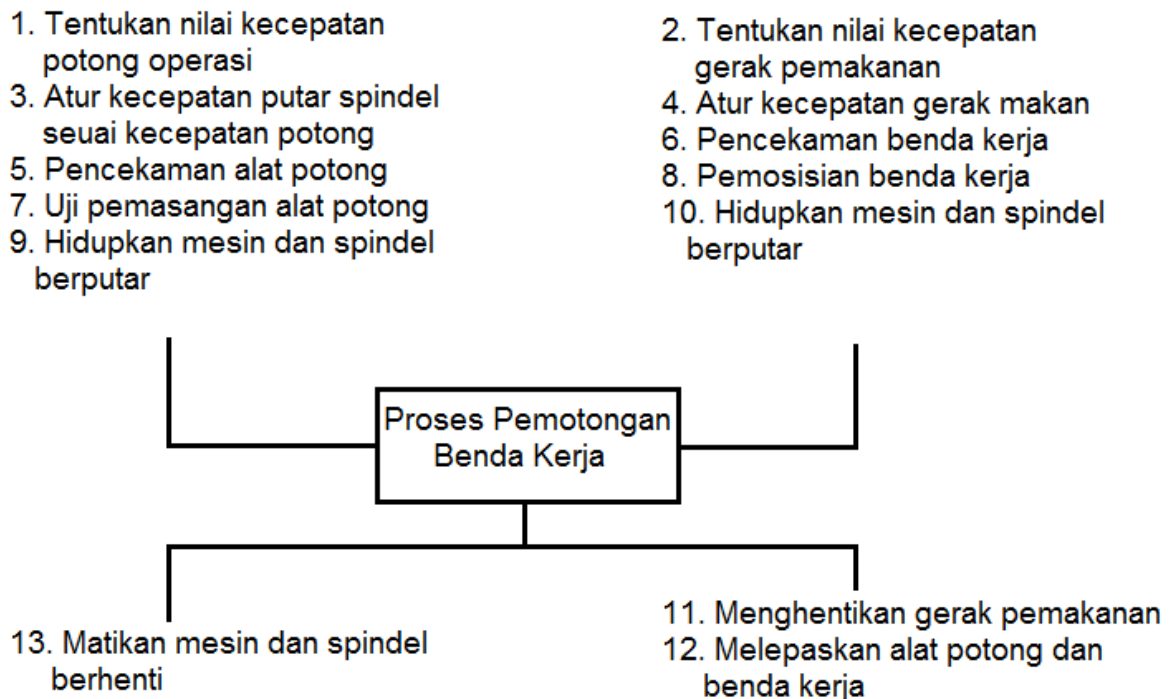
Sebelum memulai operasi pengeboran, pastikan jarak antara benda kerja dan spindel bor sudah memadai.

- Proses pencekaman alat potong
  Alat potong dicekam kepada spindel bor dengan menggunakan alat pencekam alat potong yang berupa chuck. Alat pencekam haruslah bebas dari chips, Alat cekam chuck harus dalam kondisi lancar untuk digerakkan. Untuk mengencangkan alat pencekam chuck harus digunakan kunci chuck yang sesuai dan pas.

Setelah proses pencekaman alat potong, harus diperiksa apakah alat potong terpasang dengan benar dan sesumbu dengan sumbu spindel bor. Alat potong yang terpasang kurang baik harus dilepas ulang dan dipasang kembali sampai terpasang dengan baik.

b. Pengoperasian mesin bor kolom dan mesin bor pilar.
   Mesin bor dapat dioperasikan saat mesin sudah disetel dengan benar, benda kerja dan alat potong sudah dicekam dengan benar.

1. Tentukan nilai kecepatan potong operasi
3. Atur kecepatan putar spindel seuai kecepatan potong
5. Pencekaman alat potong
7. Uji pemasangan alat potong
9. Hidupkan mesin dan spindel berputar

2. Tentukan nilai kecepatan gerak pemakanan
4. Atur kecepatan gerak makan
6. Pencekaman benda kerja
8. Pemosisian benda kerja
10. Hidupkan mesin dan spindel berputar

Tabel 3.1 Tahapan untuk mengoperasikan mesin bor

- Proses menghidupkan mesin
  Sebelum menghidupkan mesin pastikan bahwa alat potong dapat bergerak dan berputar bebas diatas benda kerja sehingga pengoperasian mesin tidak terkendala.

- Memposisikan alat potong
  Pada operasi ini, alat potong diturunkan dari posisi paling atas ke benda kerja. Saat alat potong menyentuh benda kerja maka terjadi pemakanan benda kerja.
  Jika pengerjaan dilakukan dengan alat klem fixture dengan pengarah alat potong, alat potong harus segera dimasukkan kedalam lubang pengarah dengan hati-hati. Jika tidak hati-hati ada kemungkinan dapat merusak alat potong.

- Menyalakan fitur gerak makan otomatis
  Setelah memposisikan benda kerja pada meja mesin, fitur gerak makan otomatis dinyalakan. Jika pemakanan dilakukan dengan gerakan manual maka pemakan dilakukan dengan menekan tuas dengan tangan.

- Mematikan gerak pemakanan, melepaskan alat potong, mematikan mesin.
  Setelah menyingkirkan chip, gerak pemakanan dinonaktifkan, pada beberapa mesin, proses mematikan gerak makan ini dilakukan secara otomatis. Alat potong ditarik keluar dan putaran spindel mesin dimatikan.

  Mematikan dan menghidupkan mesin selama operasi dapat menyebabkan kerusakan pada alat potong sehingga sangat penting untuk :
  - Menghidupkan putaran spindel terlebih dahulu baru kemudian menyalakan gerak pemakanan.
  - Mematikan gerak pemakanan terlebih dahulu baru kemudian mematikan gerakan putar spindel.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kecepatan potong pada operasi mesin bor
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak makan ?
3. Jelaskan mengenai penggunaan mesin bor pada bagian penyetelan awal ?
4. Jelaskan cara kerja dari alat cekam chuck ?
5. Jelaskan cara mengubah kecepatan putar spindel bor dengan sistem pulley ?
6. Jelaskan cara membaca kedalaman bor pada skala indikator ?
7. Jelaskan tahapan pengoperasian mesin bor kolom dan mesin bor pillar ?

3.3. Mesin bor radial

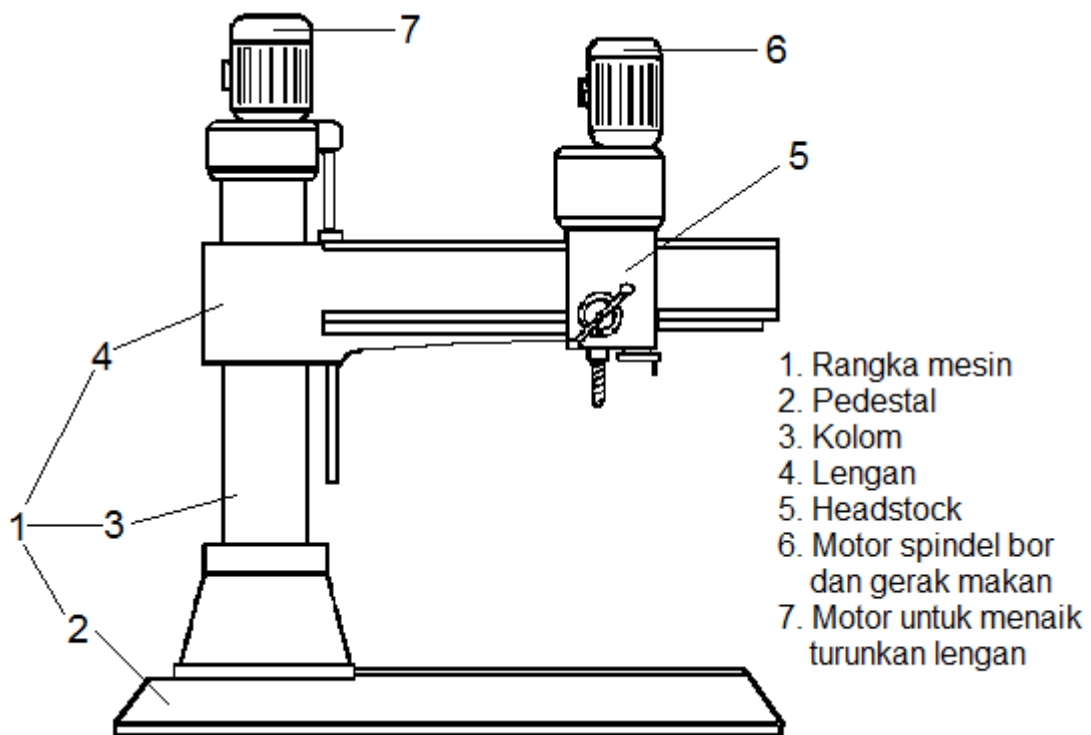
Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen-komponen yang menyusun sebuah mesin bor radial.
- Cara kerja dari mesin bor radial.
- Operasi permesinan yang dapat dilakukan oleh mesin bor radial.

3.3.1. Struktur dan mode operasi mesin bor radial

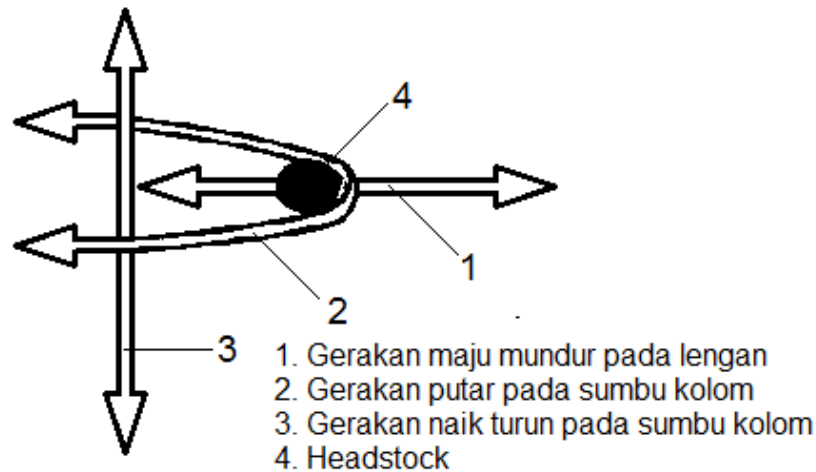
a. Komponen-komponen dari mesin bor radial

Rangka mesin bor (1) dengan pedestal (2), kolom (3) dan lengan (4) merupakan struktur utama dari mesin bor radial. Kepala spindel atau headstock (5) dipasang pada lengan yang mengakomodasi gerakan putar spindel dan gerak pemakanan. Motor penggerak untuk putaran spindel bor dan gerak pemakanan (6) diletakkan diatas headstock. Motor penggerak untuk menaik turunkan lengan (7) dipasang di atas kolom.

Pedestal memberikan stabilitas yang diperlukan selama operasi dan menjadi meja kerja yang dilengkapi dengan alut T slot yang mencekam benda kerja menggunakan baut pencekam.

Gambar 3.38. Komponen mesin bor radial.

b. Mode operasi mesin bor radial

Pada mesin bor radial, terdapat tiga gerakan yang dapat dilakukan oleh headstock yaitu

1. Gerakan mendekat dan menjauhi kolom pada jalur lengan.
2. Gerakan berputar bersama lengan pada sumbu kolom.
3. Gerakan naik-turun bersama lengan pada sumbu kolom.

Gambar 3.39.Arah gerakan pada mesin bor radial

Gerakan-gerakan tersebut memungkinkan untuk memposisikan spindel bor pada benda kerja dengan benar. Hal ini sangat penting terutama saat akan mengerjakan benda kerja dengan ukuran yang besar karena sulit untuk memindahkan benda kerja pada meja kerja mesin. Benda kerja ditempatkan pada meja kerja dengan menggunakan alat angkat seperti crane untuk dipasang pada meja kerja saat lengan diputar menjauhi area meja kerja. Sehingga tidak menghambat pemindahan benda kerja. Proses pencekaman dilakukan dengan mekanisme yang sama seperti mesin bor kolom dan mesin bor pillar. Karena operasi bor dilakukan dengan alat potong dengan diameter besar maka alat cekam alat potong tipe cone connection lebih banyak digunakan.

Gerakan pemotongan dan pemakanan dari mesin bor radial dilakukan oleh spindel bor yang diteruskan ke alat potong sama seperti pada mesin bor kolom dan mesin bor pillar.

3.3.2. Pemanfaatan dari mesin bor radial

Mesin bor radial dapat digunakan untuk semua jenis operasi bor dimana alat potong melakukan gerakan memotong secara berputar seperti mengebor lubang, countersinking, reaming, counterbor dll. Mesin bor radial kebanyakan digunakan untuk benda kerja yang besar dan berat atau membutuhkan lubang pengeboran yang besar khususnya pada produksi tunggal dari benda kerja yang besar dengan produksi skala kecil.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Jelaskan mengenai komponen-komponen pada mesin bor radial ?
2. Jelaskan persamaan dan perbedaan antara mesin bor radial dengan mesin bor kolom dan mesin bor pillar ?
3. Sebutkan operasi yang dapat dilakukan oleh mesin bor radial ?

3.4. Mesin bor multi spindel

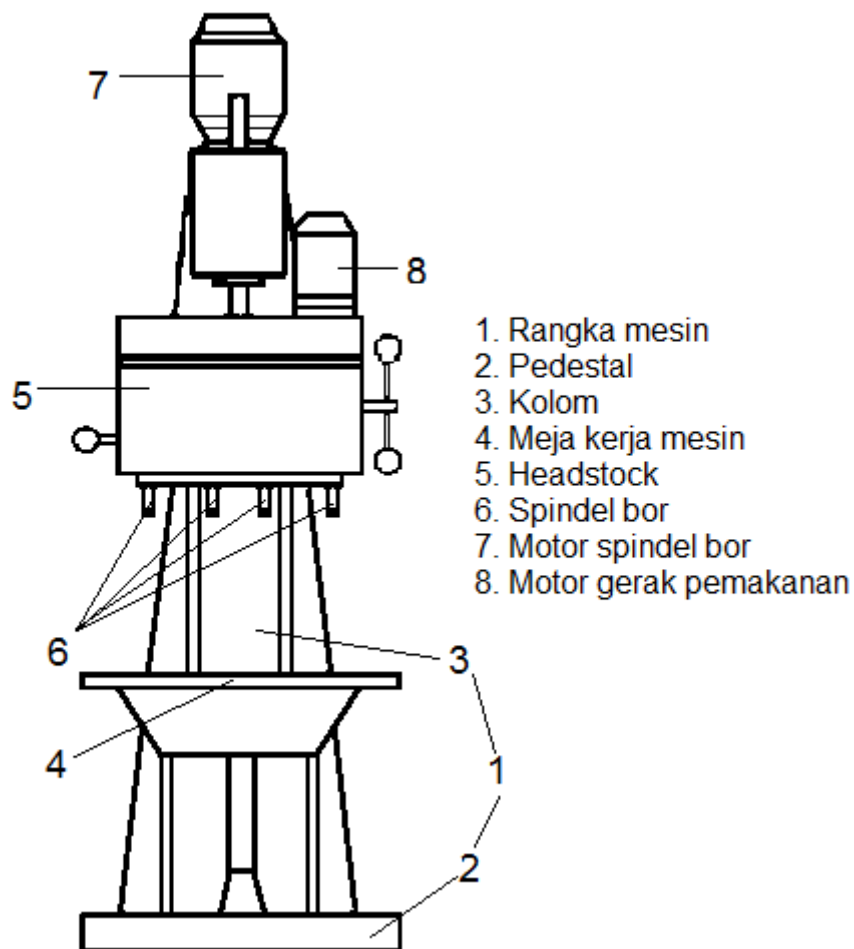
Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen-komponen yang menyusun sebuah mesin bor multi spindel.
- Cara kerja dari mesin bor multi spindel.
- Aplikasi penggunaan mesin bor multi spindel.

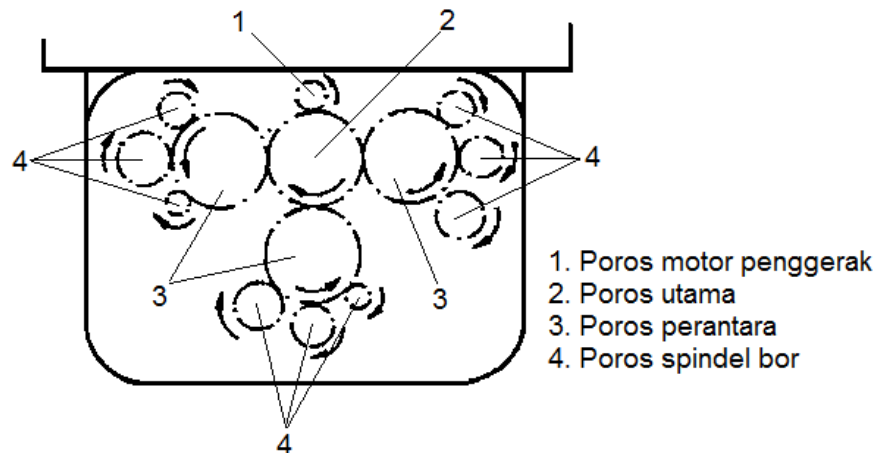
3.4.1. Struktur dan mode operasi mesin bor multi spindel

a. Komponen dari mesin bor multi spindel

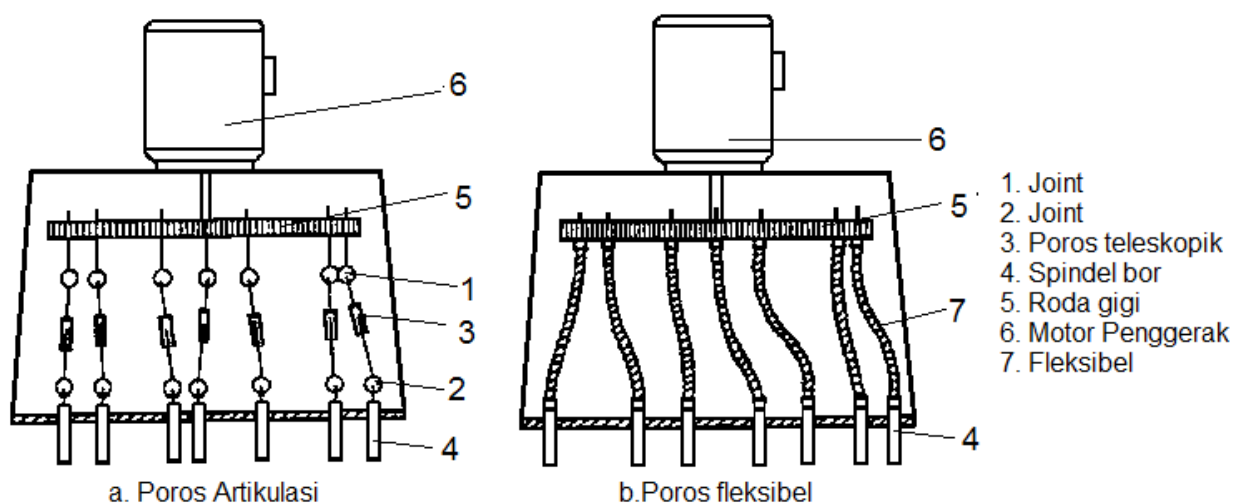
Rangka mesin (1) dengan pedestal (2), kolom (3), meja kerja (4) dan headstock (5) membentuk struktur utama dari mesin bor. Bagian headstock mengakomodasi mekanisme roda gigi untuk spindel bor (6). Mesin bor ini memiliki desain yang sangat komplek karena setiap spindel bor harus bergerak secara terpisah. Sumber penggerak spindel bor menggunakan articulates shaft atau flexible shaft sehingga setiap spindel bor dpat diposisikan ke tempat yang diinginkan sesuai dengan jaraj jangkau spesifikasinya saat sedang menyetel mesin.

Motor penggerak untuk menggerakan gaya pemotongan (7) dan motor penggerak untuk gerak pemakanan (7) kebanyakan berada di headstock.

Gambar 3.40. Komponen mesin bor multi spindel.

b. Mode operasi mesin bor multi spindel

Mode operasi dari mesin bor multi spindel adalah sama seperti mesin bor pilar. Headstok dan meja kerja dimungkinkan untuk bergerak keatas dan kebawah dalam menjaga ketinggian alat potong yang diperlukan untuk melakukan operasi pada benda kerja.

Gambar 3.41 Mekanisme sederhana dari roda gigi pada mesin bor multi spindel

Sistem roda gigi spindel bor digerakkan oleh motor peggerak. Dari sistem roda gigi, putaran ditransmisikan ke spindel bor dengan menggunakan poros artikulasi atau bisa juga dengan poros fleksibel.

1. Poros artikulasi
   Poros artikulasi memiliki dua buah joint (1,2) sehingga spindel bor (4) dapat berputar dari berbagai macam posisi. Sebua poros teleskopik (3) yang bisa memanjang dan memendek akan mengkompensasi perubahan jarak antara spindel bor (4) dengan poros roda gigi (5).
2. Poros fleksibel
   Poros fleksibel menggunakan poros yang bisa dibengkokkan karena terdiri dari banyak joint yang disambung menjadi satu berbentuk poros. Karena sifat yang lentur dan dapat dibengkokkan inilah yang akan mengkompensasi perubahan jarak antara spindel bor (4) dengan poros roda gigi (5).

Gambar 3.42. Mekanisme penggerak spindel bor mesin bor multi spindel

Selama penyetelan, spindel bor digeser ke posisi yang diinginkan kemudian dikencangkan. Posisi spindel bor sesuai dengan posisi lubang pengeboran pada benda kerja.

3.4.2. Pemanfaatan dari mesin bor multi spindel

Masing-masing spindel bor pada mesin bor multi spindel dapat dipasang alat potong dan digunakan untuk sebuah tahapan operasi yang terpisah. Beberapa mesin bor multi spindel ada yang memiliki 20 buah spindel bor atau lebih yang dapat melakukan 20 operasi pengeboran secara simultan. Benda kerja yang sesuai adalah benda kerja yang memiliki level ketinggian titik pengeboran yang sama. Operasi yang baik dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengarah alat potong sehingga dimungkinkan untuk melakukan operasi bor secara simultan dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Dikarenakan semua spindel bor melakukan gerak pemakanan secara simultan, sangat penting untuk menentukan berbagai jarak pemakanan yang sesuai pada saat penyetelan mesin bor. Tahap pengerjaan dapat dilakukan secara pararel sedangkan waktu yang diperlukan untuk operasi adalah waktu terpanjang untuk melakukan tahapan operasi.

Penyetelan dari mesin bor multi spindel membutuhkan lebih banyak waktu daripada mesin bor kolom atau mesin bor pillar. Sehingga, mesin bor multi spindel umumnya digunakan pada produksi benda kerja pada skala besar. Jadi lama waktu yang dibutuhkan untuk penyetelan awal akan diditribusikan ke banyaknya jumlah benda kerja yang dilakukan operasi.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Jelaskan komponen-komponen pada mesin bor multi spindel ?
2. Jelaskan persamaan dan perbedaan antara mesin bor multi spindel dengan mesin bor pillar ?
3. Sebutkan operasi yang dapat dilakukan oleh mesin bor multi spindel ?

3.5. Perbaikan dan pemeliharaan mesin bor dan alat potong

Diharapkan membaca bagian 2.4 mengenai instruksi umum dalam merawat dan memelihara mesin tools pemotongan logam.

Sebelum memulai pembersihan mesin, pelumasan dan kontrol mesin perlu dilakukan sebelum mematikan mesin.

a. Pembersihan
- Chip dan air pendingin harus dibersihkan dari meja kerja mesin dan sekeliling mesin. Gunakan sikat tangan dan kain majun untuk meminimalisir resiko terjadinya cedera.
- Alur slot di meja kerja mesin dibersihkan menggunakan plat loga yang sesuai.
- Bagian-bagain yang bergesekan seperti poros spindel bor dan poros tuas kontrol harus dibersihkan dan diberikan sedikit gemuk.
- Filter pompa air pendingin dan wadah penampungan air pendingin harus dibersihkan.
.

b. Pelumasan
- Level minyak pelumas harus selalu dijaga ketinggiannya, tambahkan minyak pelumas jika diperlukan.
- Berikan pelumasan dengan mintak atau grease sesuai dengan buku manual.
- Setelah melakukan pelumasan, bersihkan area dari sisa pelumas dan gemuk.

c. Pengontrolan
- Dilakukan pemeriksaan stabilitas mesin.
- Kelonggaran dari spindel bor perlu diperiksa, jika diperlukan, lakukan penyetelan ulang pada bearing.
- Perubahan mekanisme roda gigi harus diperiksa dan setel ulang jika diperlukan.
- Peiksa jalur kabel listrik.

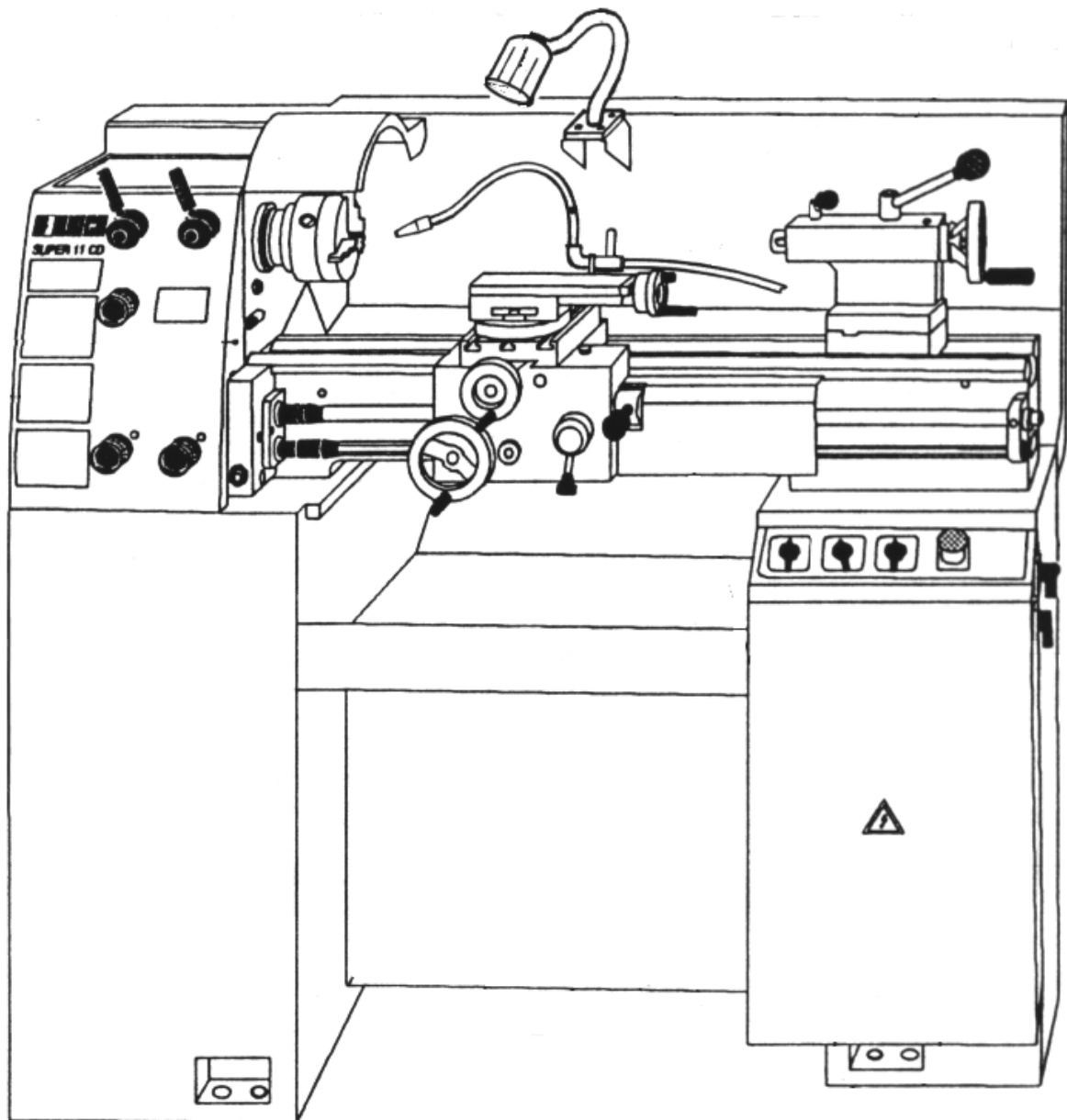
d. Perlakuan pada alat potong
- Alat potong diposisikan sedemikian rupa sehingga ujung mata potong tidak saling merusak antara satu dengan yang lain.
- Bersihkan chip dan sisa air pendingin setelah menggunakan alat potong.
- Alat potong yang tumpul jangan digunakan karena dapat menghasilkan panas berlebih dan dapat membuat alat potong menjadi kepanasan.
- Alat potong harus dicekam dengan hati-hati dan benar. Pencekaman alat potong yang tidak benar dapat menyebabkan terjadinya slip yang merusak benda kerja.
- Gunakannlah alat yang tepat untuk melepaskan hubungan cone connection alat potong.

3.6. Keselamatan kerja dalam mengoperasikan mesin bor

Diharapkan membaca bagian 2.5 mengenai instruksi dan prosedur umum dalam keselamatan dan kesehatan kerja

Ini adalah regulasi perlindungan dari kecelakaan kerja saat mengoperasikan mesin bor :

- Jangan memegang benda kerja kecil dengan tangan, gunakan alat bantu alat pencekam dan benda kerja dicekam dengan benar, sistem stop harus dikencangkan pada meja kerja mesin.
- Jangan membersikan chip dengan tangan, bersihkan dengan alat yang sesuai.
- Saat mengganti tool, jangan menghentikan putaran spindel dengan tangan, tunggu sampai spindel benar-benar berhenti.
- Pakaian kerja terutama lengan dan jaket harus pas dan jangan menjuntai sehingga jauh dari jangkauan alat potong.
- Rambut dan jenggot jangan dibiarkan menggantung, gunakan penutup kepala dan pakaian penutup.
- Perhatikan penutup pelindung pada mesin apakah sudah benar terpasang.

4. Mesin Bubut

Gambar 4.1 Mesin bubut

4.1. Jenis dan fungsi dari mesin bubut

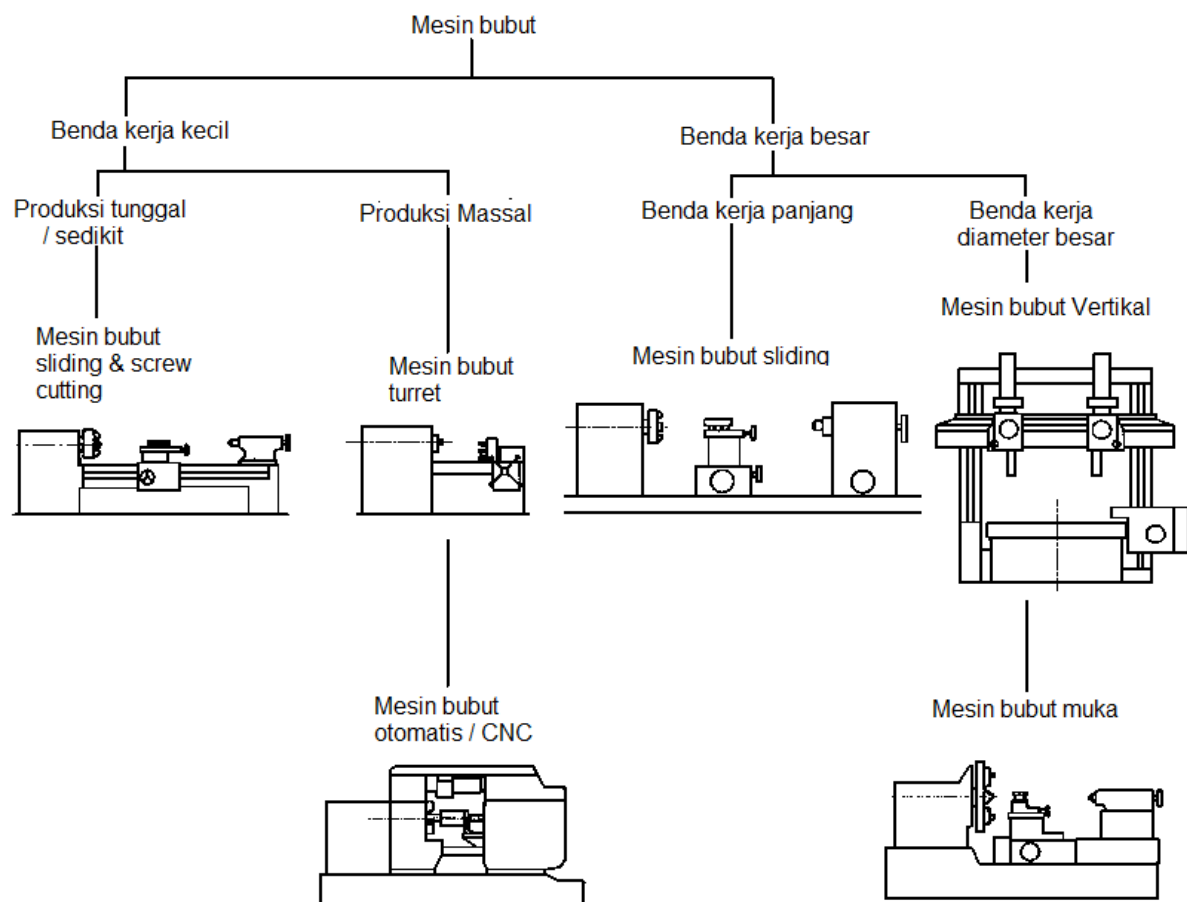
Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Jenis-jenis mesin yang digunakan untuk operasi pembubutan.
- Jenis gerakan dilakukan oleh mesin bubut.
- Jenis pekerjaan yang dilakukan oleh mesin bubut.

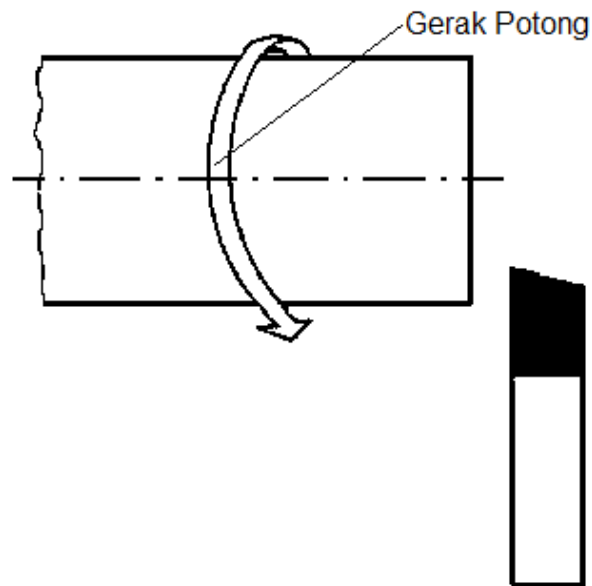
4.1.1. Jenis – jenis mesin bubut

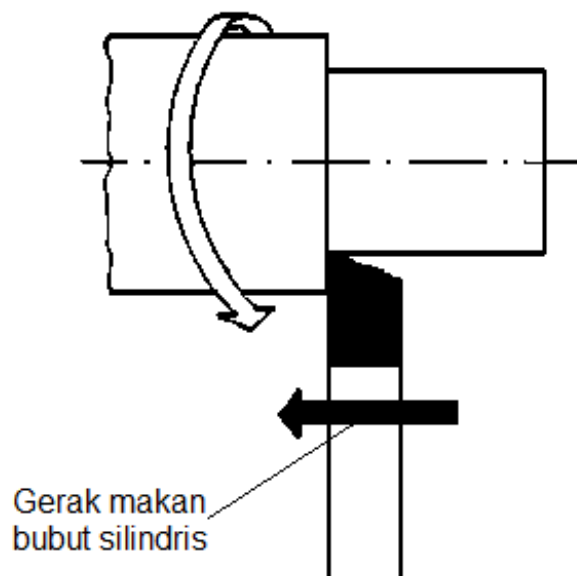
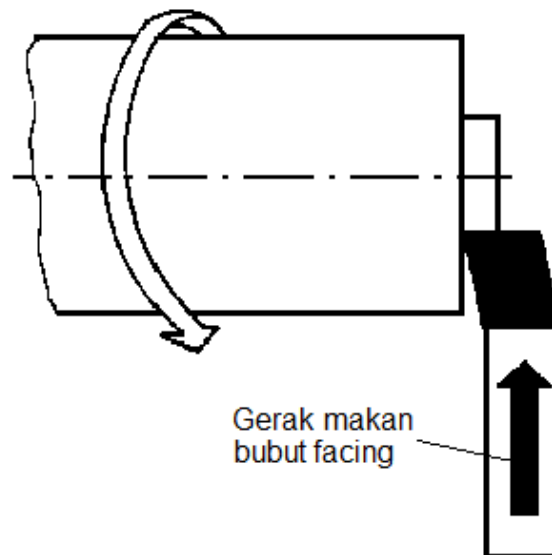
Mesin bubut dibuat dan disesuaikan dengan :

- Berdasarkan bentuk, diameter dan panjang maksimum benda kerja yang akan dibubut.
- Berdasarkan jumlah produksi dalam jumlah sedikit.
- Berdasarkan jumlah produksi dalam jumlah banyak.

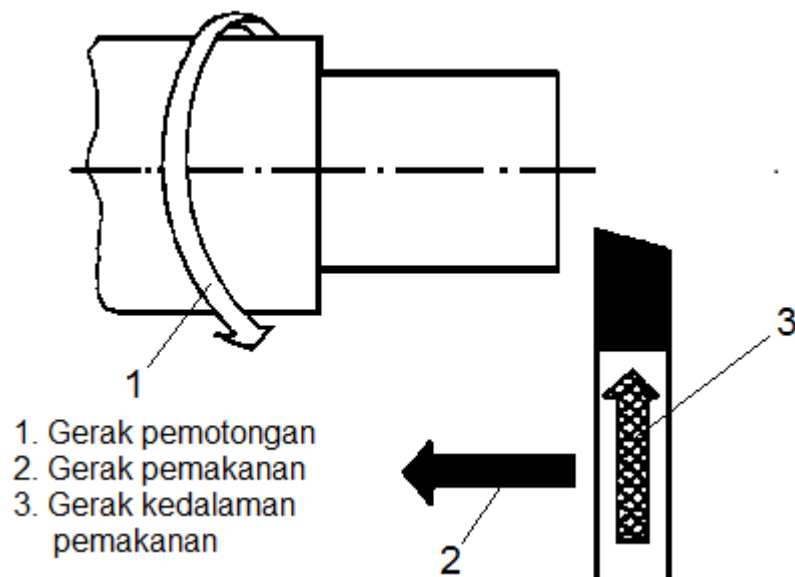
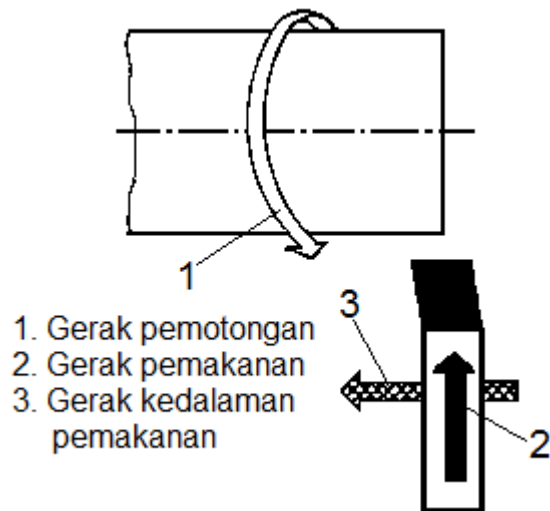
Semua mesin bubut melakukan operasi pembubutan yang sama tetapi memiliki desain yang berbeda untuk optimalisasi aplikasinya.

Tabel 4.1 Jenis-jenis mesin bubut

4.1.2. Jenis –jenis gerakan pada mesin bubut

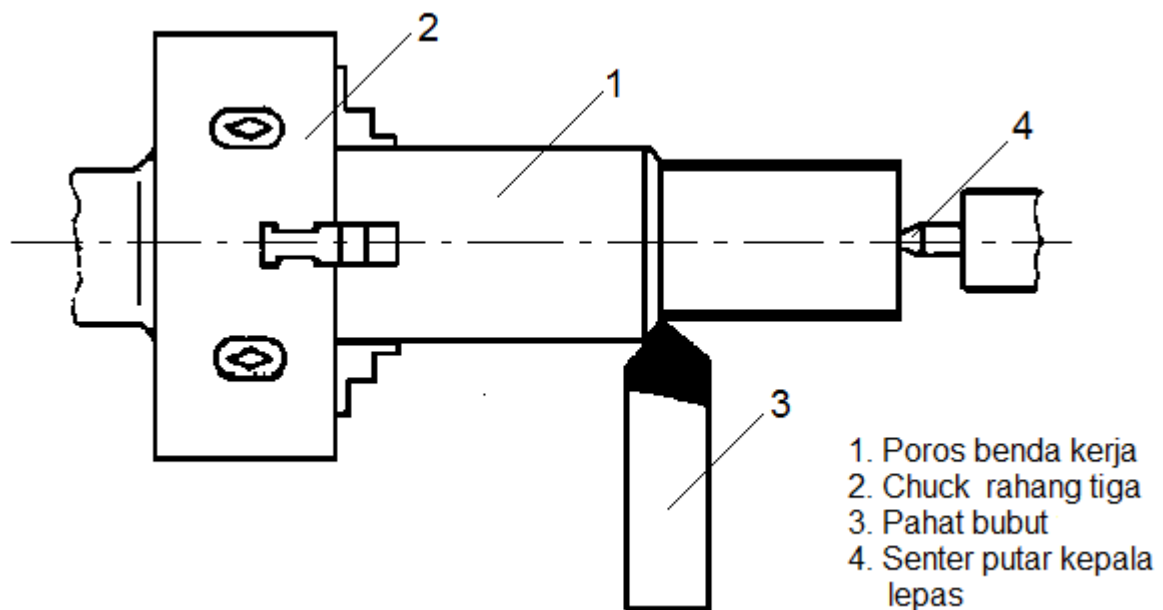
a. Gerakan potong
   Salah satu gerakan yang ada pada operasi pembubutan adalah gerak potong yaitu gerakan berputar. Gerakan ini dilakukan oleh benda kerja dan dipengaruhi oleh besar kecepatan potong yang digunakan pada operasi pembubutan baik untuk kecepatan putar tinggi ataupun kecepatan putar rendah.

Gambar 4.2. Gerak pemotongan pada proses bubut

b. Gerakan pemakanan
   Gerakan pemakanan adalah gerakan linier pada operasi pembubutan. Gerakan ini dilakukan oleh alat potong. Pada operasi pembubutan silindris , gerakan pemakanan ini dilakukan oleh gerakan alat potong yang searah dengan sumbu putar benda kerja. Pada operasi pembubutan facing, gerakan pemakanan ini dilakukan oleh alat potong yang tegak lurus dengan sumbu putar benda kerja.

Gambar 4.3. Gerak pemakanan pada operasi bubut silindris

Gambar 4.4 Gerak makan bubut facing

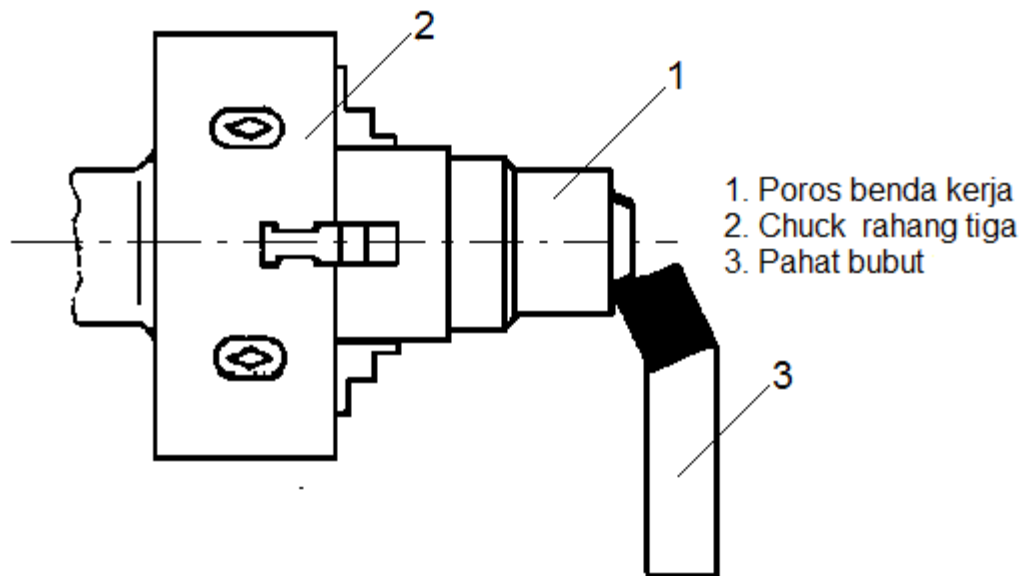
Pada pembubutan profile atau tirus, gerakan alat potong searah sumbu benda kerja dan tegak lurus sumbu benda kerja dilakukan secara simultan.

c. Gerakan kedalaman pemakanan
   Gerakan kedalaman pemakanan adalah gerakan alat potong dalam mengatur kedalaman pemakanan dari gerak pemakanan yang akan dilakukan.
   Pada operasi pembubutan silindris , gerak kedalaman pemakanan ini dilakukan oleh gerakan alat potong yang tegak lurus dengan sumbu putar benda kerja. Pada operasi pembubutan muka / facing, gerakan ini dilakukan oleh alat potong yang bergerak sejajar dengan sumbu putar benda kerja

Gambar 4.5. Gerak kedalaman pemakanan bubut silindris

Gambar 4.6 Gerak kedalaman pemakanan bubut muka / facing

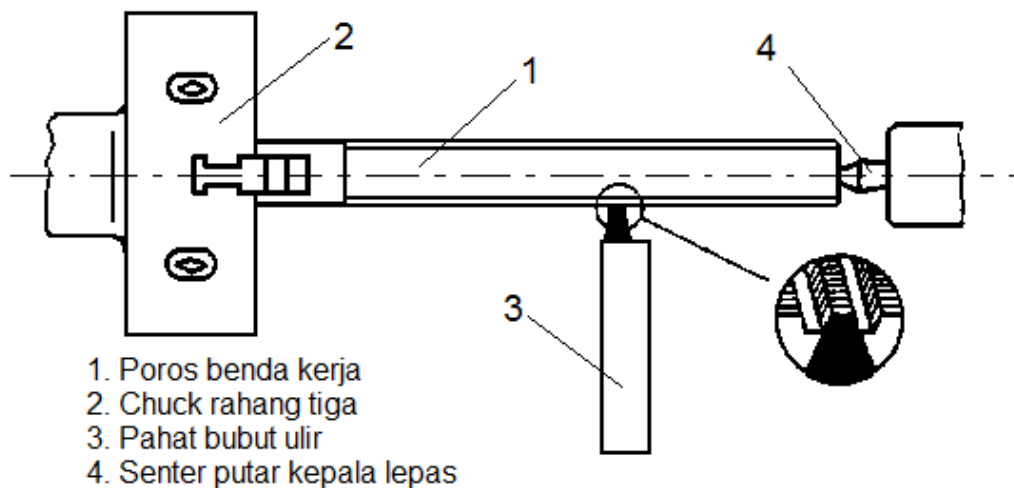
4.1.3. Operasi permesinan pada mesin bubut

a. Pembubutan silidris / longitudinal

Gambar 4.7 Proses bubut silindris pada poros benda kerja

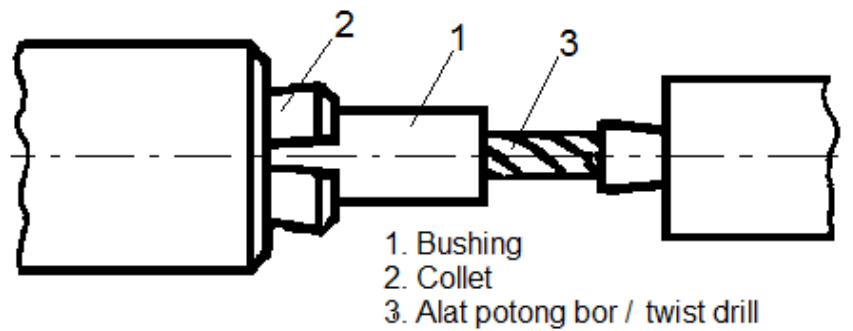
Gambar diatas menunjukkan proses bubut silindris dimana poros benda kerja (1) dibuat bertingkat. Poros dicekam pada chuck rahang tiga (2) dan ujung benda kerja ditahan oleh senter putar kepala lepas (4). Poros dibubut menggunakan pahat bubut (3) dari jenis pahat rata kanan. Proses pembubutan ditandai dengan garis tebal.

b. Pembubutan muka / facing

Gambar 4.8. Proses bubut muka / facing

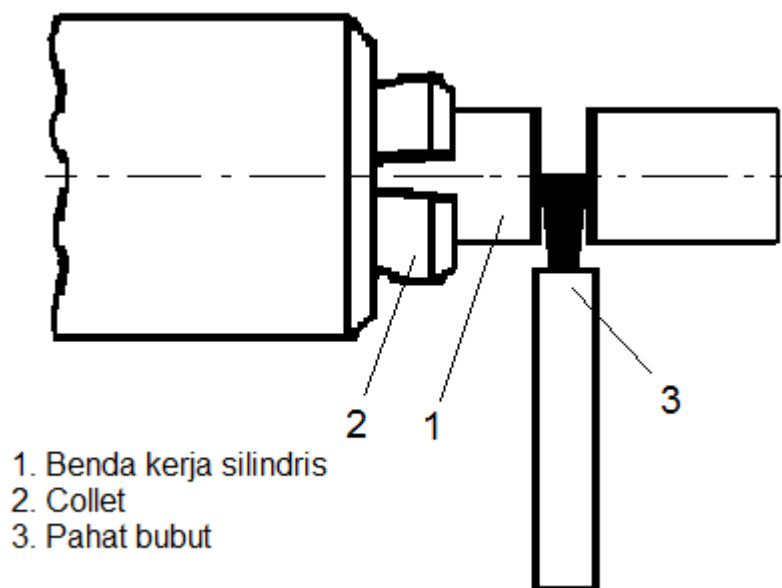
Gambar diatas menunjukkan proses bubut muka / bubut facing. Poros benda kerja (1) dicekam oleh chuck rahang tiga (2). Poros kemudian dibubut menggunakan pahat bubut (3) dari jenis pahat bubut muka. Proses pembubutan ditandai dengan garis tebal.

c. Pembubutan ulir luar / threading

Gambar 4.9. Proses bubut ulir

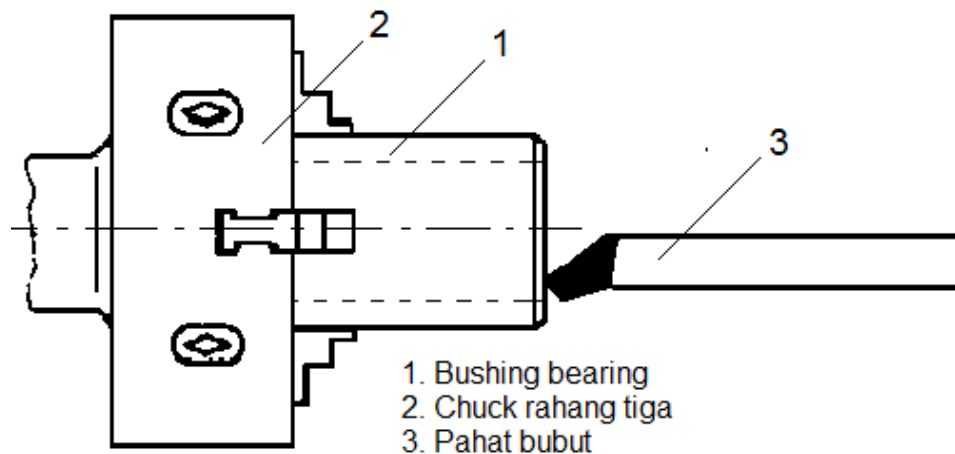
Gambar diatas menunjukkan proses bubut ulir trapesium. Poros benda kerja (1) dicekam menggunakan chuck rahang tiga (2) dimana ujung benda kerja ditahan oleh senter putar di kepala tetap (4). Pembubutan ulit dilakukan oleh pahat bubut dari jenis pahat ulir trapesium. Proses permesinan ditujunkkan dengan area yang diperbesar.

d. Pembubutan bor / drilling

Gambar 4.10. Proses bubut bor / drilling

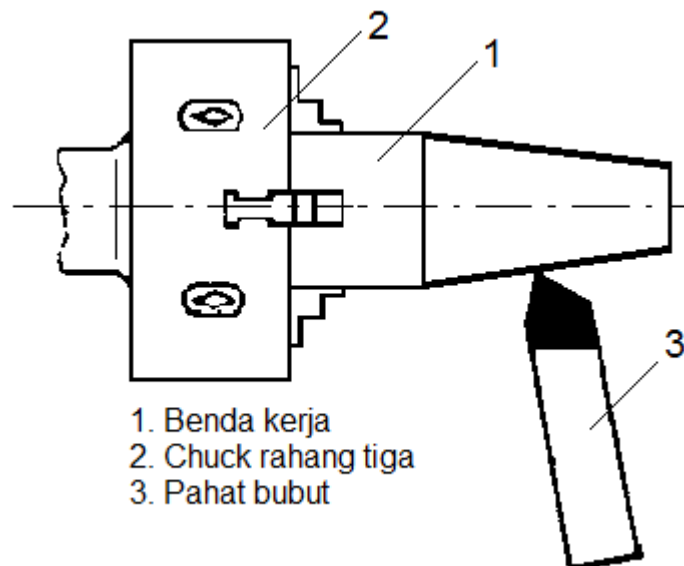
Gambar diatas menunjukkan proses bubut bor. Benda kerja atau bushing (1) dicekam oleh collet (2). Benda kerja kemudian dibor mengunakan alat potong mata bor atau twist drill (3).

e. Pembubutan potong / cutting off

Gambar 4.11. Proses bubut potong / cut off

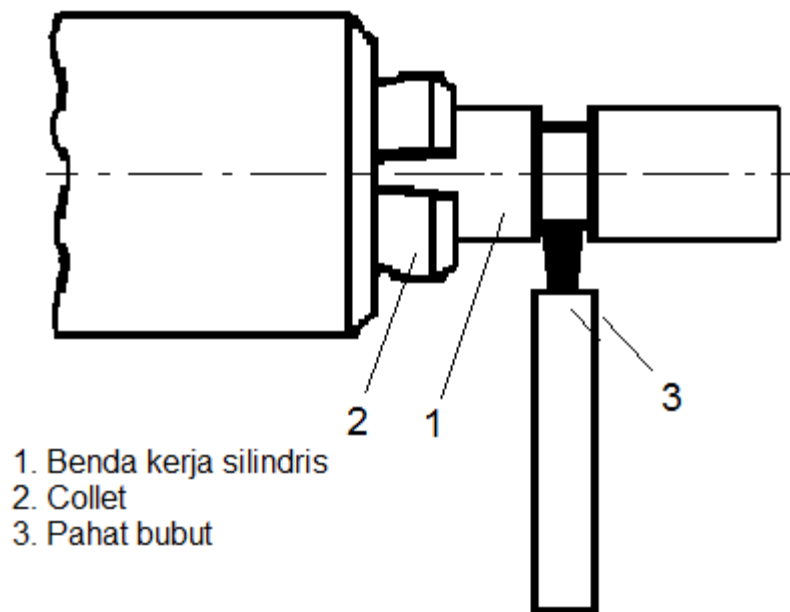
Gambar diatas menunjukkan proses bubut potong / cut off. Benda kerja yang berbentuk silindris (1) dicekam dengan menggunakan collet (2). Proses pemotongan dilakukan oleh pahat bubut (3) dari jenis pahat potong.Sisi benda kerja yang dipotong ditandai dengan garis tebal.

f. Pembubutan silindris dalam

Gambar 4.12. Proses bubut silindris dalam

Gambar diatas menunjukkan proses bubut silindris dalam. Benda kerja berupa bushing bearing (1) dicekam menggunakan chuck rahang tiga (2). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan pahat bubut (3) dari jenis pahat bubut dalam. Sisi benda kerja yang dipotong ditandai dengan garis putus-putus.

g. Pembubutan tirus / taper

Gambar 4.13. Proses bubut tirus

Gambar diatas menunjukkan proses bubut tirus. Benda kerja (1) dicekam menggunakan chuck rahang tiga (2). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan pahat bubut (3) dari jenis pahat bubut dalam. Sisi benda kerja yang dipotong ditandai dengan garis tebal.

h. Pembubutan alur

Gambar 4.14 Proses bubut alur

Gambar diatas menunjukkan proses bubut alur. Benda kerja berupa (1) dicekam menggunakan collet atau bisa juga menggunakan chuck rahang tiga (2). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan pahat bubut (3) dari jenis pahat bubut alur. Alur yang dibentuk bisa berbentuk kotak atau setengah lingkaran tergantung dari bentuk pahatnya. Sisi benda kerja yang dipotong ditandai dengan garis tebal.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

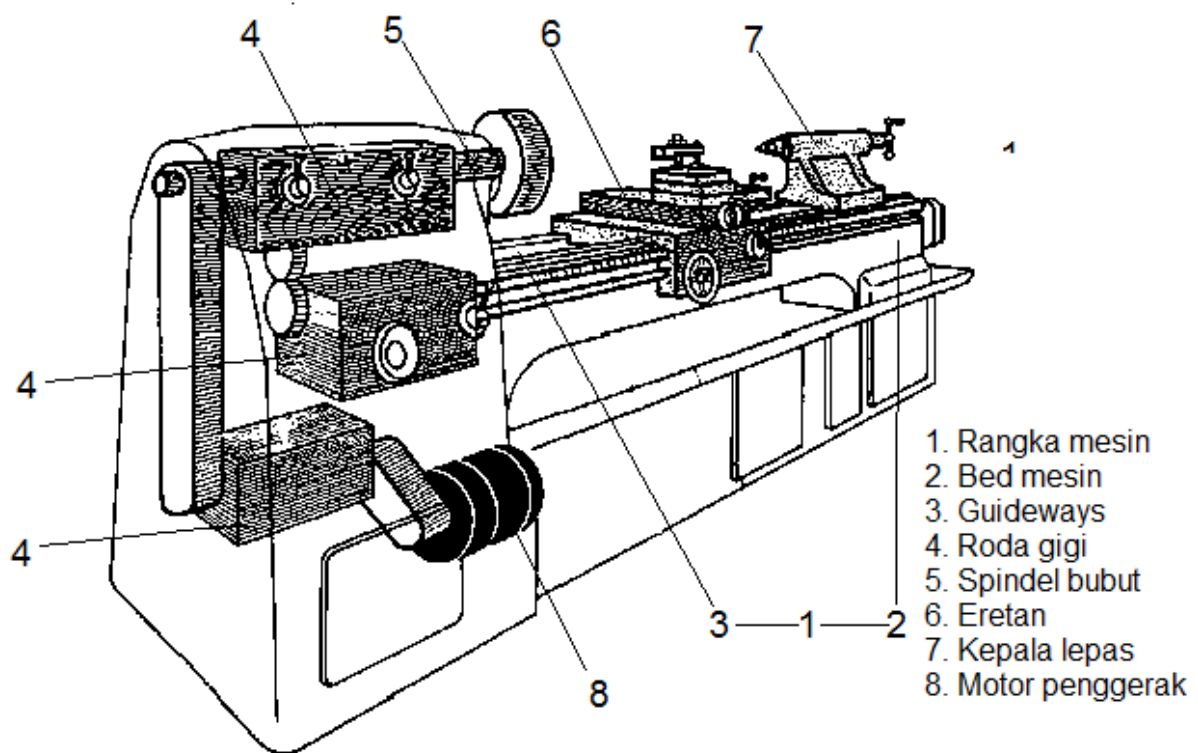
1. Sebutkan jenis-jenis mesin bubut ?
2. Jenis benda kerja apakah yang cocok digunakan pada jenis mesin bubut pada soal nomor 1 ?
3. Sebutkan gerakan-gerakan pada mesin bubut ?
4. Sebutkan contoh produk yang dibuat oleh mesin bubut ditempat anda bekerja ?

4.2. Mesin bubut sliding & screw cutting

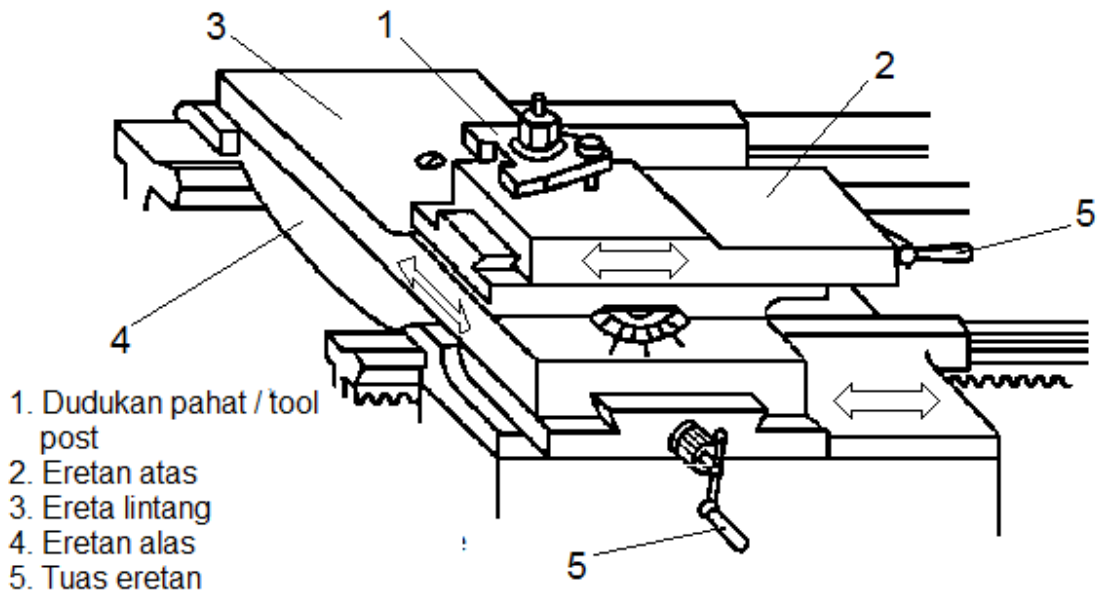
4.2.1. Struktur dan mode operasi mesin bubut sliding dan screw cutting

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen-komponen yang menyusun sebuah mesin bubut sliding dan screw cutting.
- Sistem penggerak pada mesin bubut sliding dan screw cutting.
- Mekanisme transmisi gerakan dari motor penggerak sampai kepada operasi pembubutan.
- Interaksi antar komponen motor penggerak dan mekanisme operasi pembubutan.

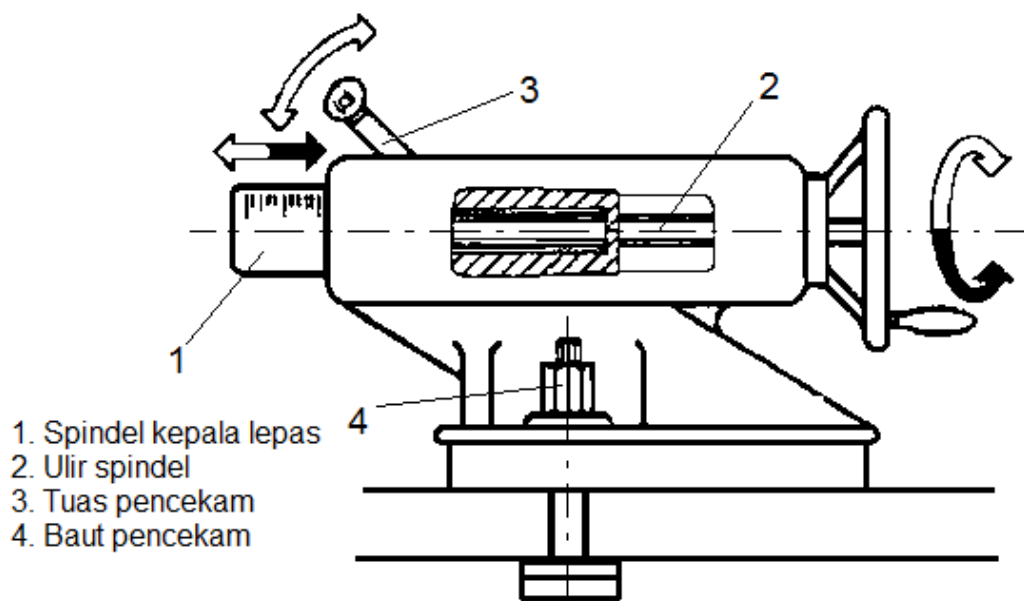
a. Komponen-komponen dari mesin bubut sliding dan screw cutting

Gambar 4.15. Komponen dari mesin bubut sliding dan screw cutting

Rangka mesin (1) dengan bed mesin (2) dan guideways (3) menyediakan struktur utama mesin bubut. Rangka mesin mengakomodasi roda gigi (4) untuk konversi putaran dari motor penggerak (8) ke spindel bubut (5).

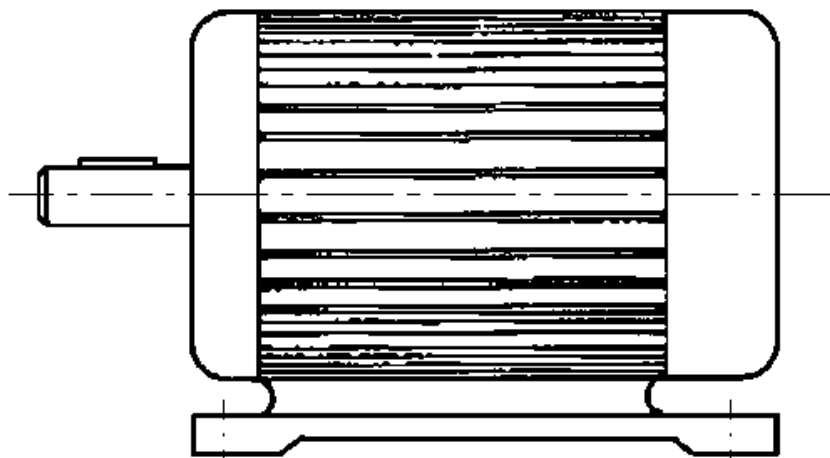
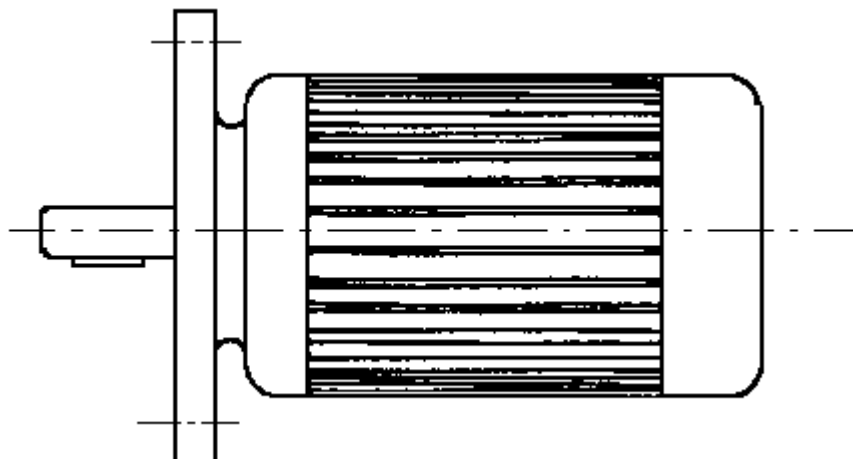
Eretan (6) dan kepala lepas (7) bergerak pada bed mesin. Rangka mesin bubut haruslah kaku dan tidak boleh melendut atau melengkung saat menahan gaya yang diakibatkan oleh operasi pembubutan. Rangka mesin juga biasanya terdapat kotak atau wadah untuk meletakkan alat bantu, instrumen pengukuran dan peralatan tambahan.

Gambar 4.16. Eretan / carriage pada mesin bubut

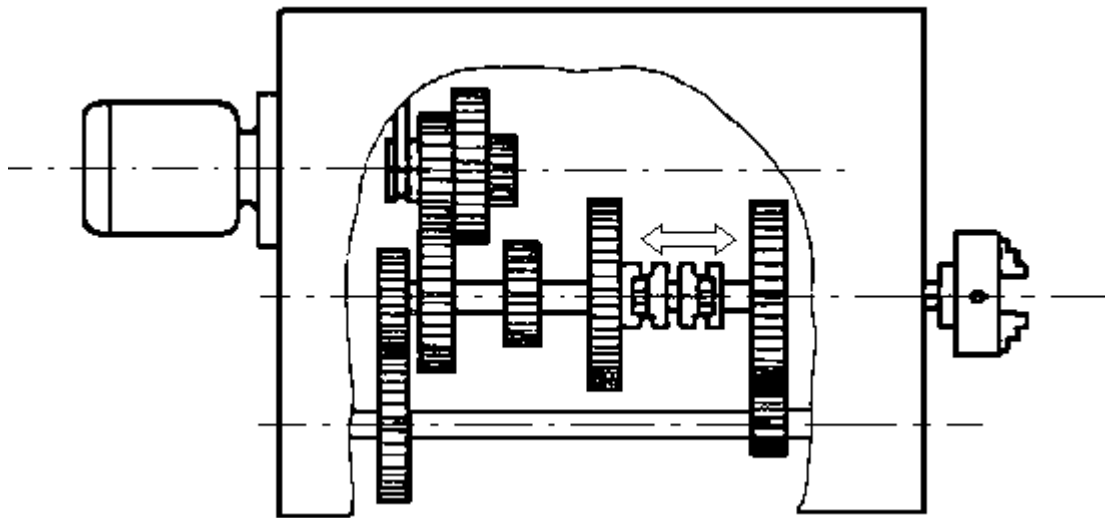
Bagian eretan terdiri dari pemegang alat potong atau tool post (1), eretan atas (2), eretan lintang (3) dan eretan alas (4).

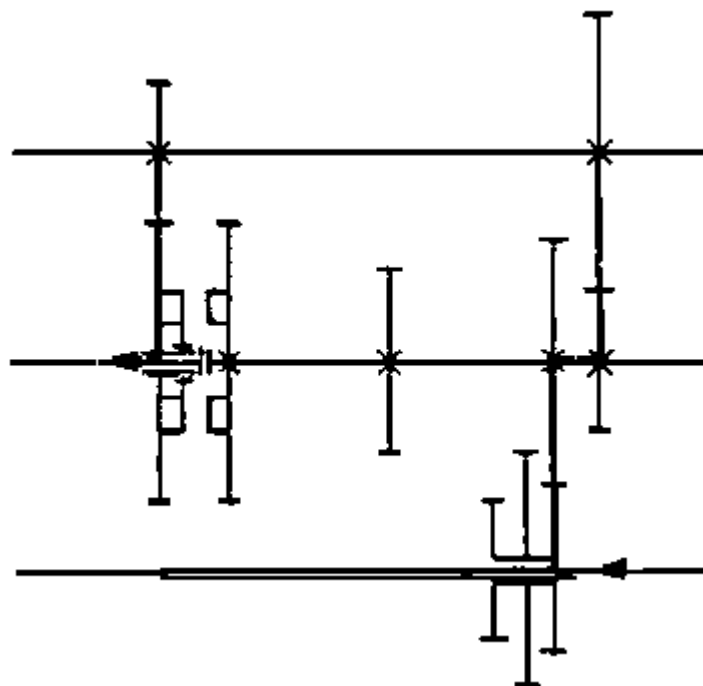
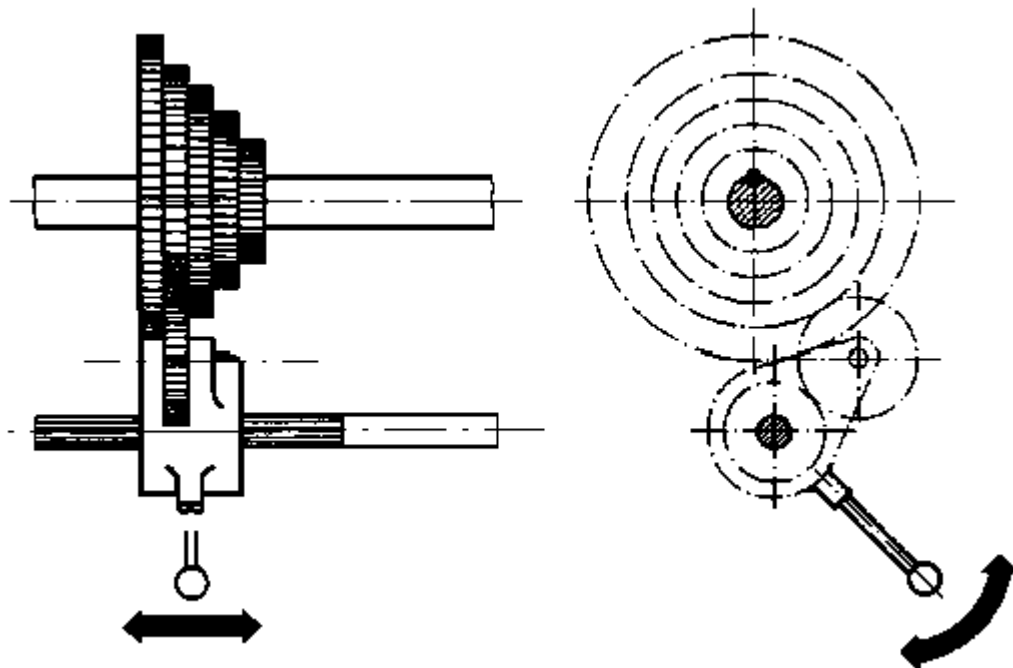
Eretan alas bergerak sepanjang guideways yang ada pada bed atau alas mesin. Eretan lintang bergerak tegak lurus dari arah gerakan dari eretan alas, eretan lintang digunakan saat melakukan pembubutan muka. Eretan atas terletak diatas eretan lintang, ereta atas dapat diputar sehingga alat potong dapat memotong pararel dengan gerakan eretan alas atau membentuk sudut tertentu. Eretas alas digunakan untuk pergerakan pemotongan bubut yang pendek sedangkan eretan alas digunakan untuk pemotongan bubut yang panjang.

Eretan alas, eretan lintang dan eretan atas digerakkan dengan mekanisme tuas roda tangan.

Gambar 4.17. Kepala lepas pada mesin bubut

Kepala lepas bergerak sepanjang jalur alas bed mesin. Kepala lepas terdiri atas spindel kepala lepas (1) yang dapat dipasang dengan senter putar, senter tetap atau alat pencekam alat potong. Spindel kepala lepas digerakkan oleh ulir spindel (2). Tuas pencekam (3) digunakan untuk mencekam spindel kepala lepas pada posisi yang diinginkan agar tidak bergeser dan bergerak saat sedang melakukan operasi. Kepala lepas dicekam ke alas mesin menggunakan baut (4) pada alas meja mesin, pada beberapa mesin bubut, selalin dilengkapi baut pencekam, juga dilengkapi tuas pencekam kepala lepas.

b. Tenaga penggerak dari mesin bubut sliding dan screw cutting
   Motor listrik digunakan sebagai penggerak mesin bubut. Motor listrik dipasang pada pedestal dari rangka mesin dan disebut dengan motor dudukan kaki atau dipasang pada sisi samping dan disebut dengan motor dudukan flange.

Gambar 4.18. Motor listrik dengan dudukan kaki

Gambar 4.19. Motor listrik dengan dudukan flange

c. Mekanisme transfer dari mesin bubut sliding dan screw cutting

Gambar 4.20. Roda gigi utama untuk mengatur kecepatan putar spindel yang diinginkan

Penggerak utama bertugas untuk mengatus kecepatan putar dari gerakan pemotongan. Kecepatan putar dari gerakan pemotongan diturunkan dari kecepatan putar motor penggerak. Putaran motor penggerak yang umumnya konstan kemudian menjadi kecepatan putar spindel bubut yang berbeda-beda melalui mekanisme perubahan roda gigi.

Gambar 4.21. Roda gigi belakang / back gear

Gambar 4.22. Roda gigi gerak pemakanan / feed gear

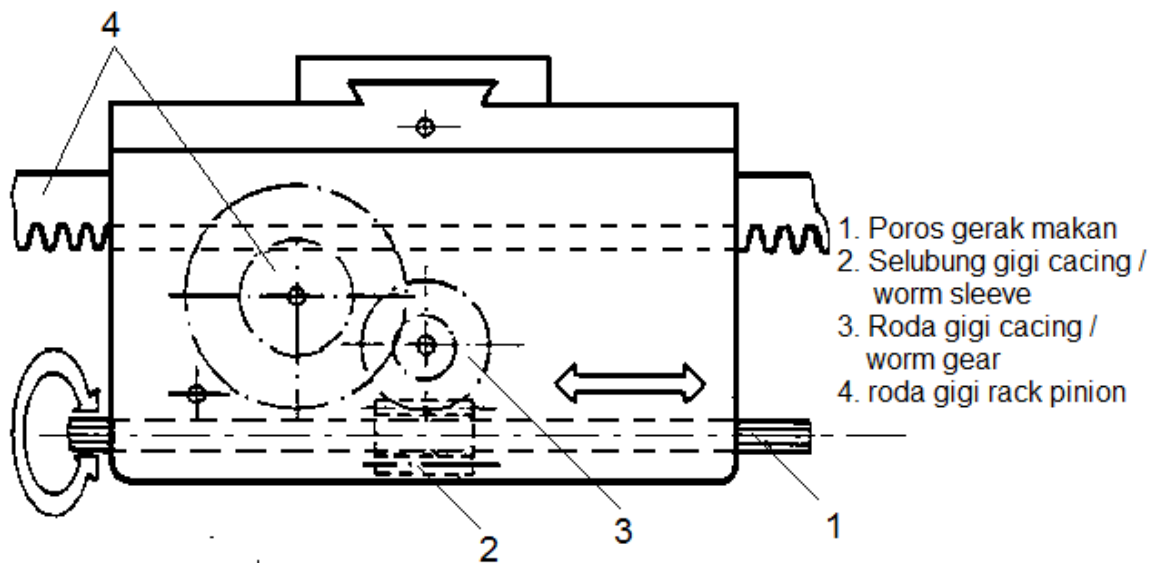
Kecepatan putar dalam Rpm		
	Series 1	Series 2
Dengan roda gigi belakang	15, 21, 30, 42	25, 36, 51
	60, 85	70, 100, 141
Tanpa roda gigi belakang	118, 170, 235,335	200, 288, 410
	475, 670	580, 820, 1160

Tabel 4.2.. Variasi kecepatan spindel dengan atau tanpa roda gigi belakang / back gear

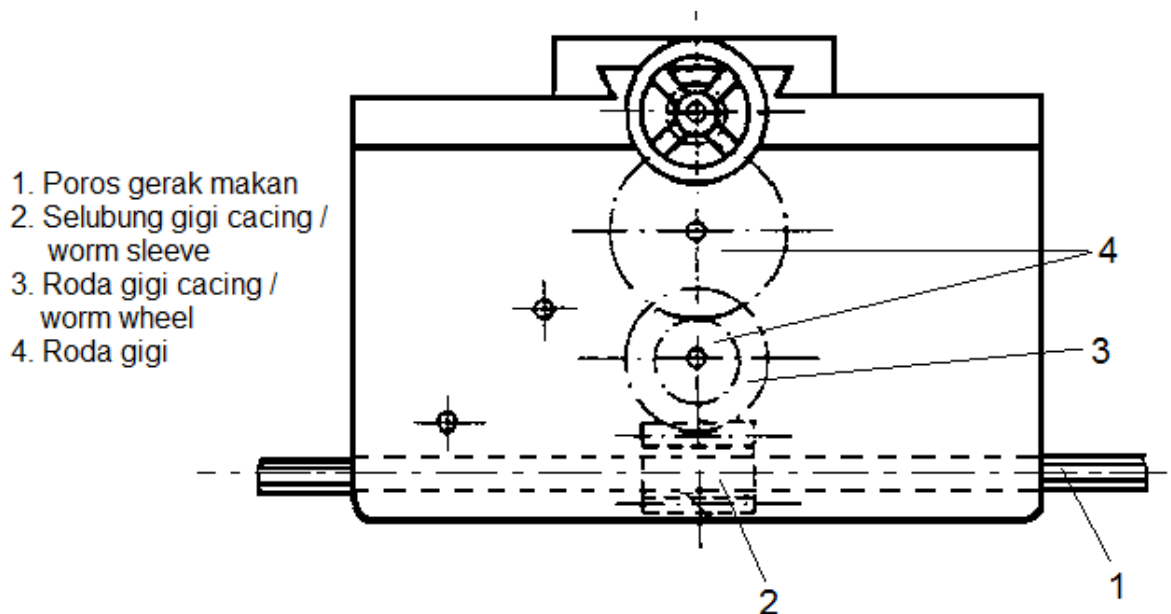
Roda gigi belakang atau back gear mampu membuat penurunan kecepatan putar spindel pada penggerak utama satu level dibawahnya. Sehingga kecepatan spindel yang bisa dipilih menjadi dua kali lipatnya sehingga rentang pemilihan kecepatan putar spindel menjadi lebih luas.

Roda gigi pemakanan atau feed gear mengambil kekuatan putar dari roda gigi utama. Kecepatan gerak putar selalu merupakan rasio dari kecepatan potong.

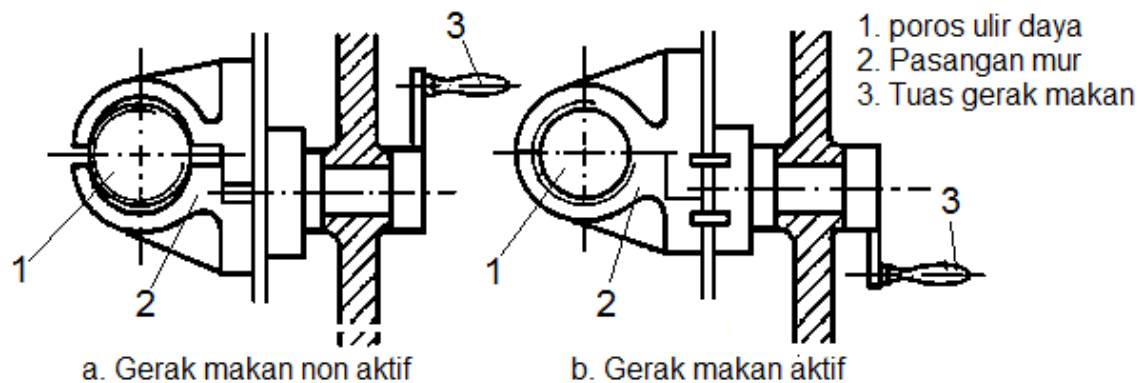
Berbagai jenis operasi bubut membutuhkan kecepatan gerak pemakanan yang berbeda-beda. Sehingga roda gigi untuk gerak pemakanan memiliki graduasi kecepatan yang berbeda-beda. Dengan kecepatan pemotongan yang konstan, dimungkinkan untuk eretan alas dan eretan lintang untuk bergerak dengan cepat atau lambat. Untuk pembuatan ulir, kecepatan gerak pemakanan amerupakan jarak pitch dari ukuran ulir yang dibuat.

1. Mekanisme gerak pemakanan bubut silindris

Gambar 4.23 Mekanisme pemakanan longitudinal

Poros gerak makan (1) menyalurkan energi putaran dari roda gigi pemakanan ke eretan. Selubung gigi cacing / worm sleeve (2) kemudian memutar roda gigi cacing (3). Roda gigi cacing kemudian menyalurkan gerakan ke roga gigi rack pinion (4). Roda gigi rack pinion ini lah yang akan mendorong maju mundurnya eretan.

2. Mekanisme gerak pemakanan bubut facing

Gambar 4.24. Mekanisme gerak pemakanan lintang

Poros gerak makan (1) menyalurkan energi putaran dari roda gigi pemakanan ke eretan. Selubung gigi cacing / worm sleeve (2) kemudian memutar roda gigi cacing (3). Roda gigi cacing kemudian menyalurkan gerakan ke roga gigi (4). Roda gigi (4) kemudian memutar tuas gerak pemakanan eretan lintang.

3. Mekanisme pemakanan saat pemotongan ulir / thread cutting

Gambar 4.25. Mekanisme gerak pemakanandi eretan saat pembubutan ulir

Poros ulir daya (1) menyalurkan energi putaran dari roda gigi pemakanan ke eretan. Pasangan mur (2) akan membuka dan terlepas dari poros ulir daya saat tuas gerak makan (3) tidak diaktifkan yang menyebabkan eretan tetap diam. Saat tuas gerak makan diaktifkan maka pasangan mur menjepit poros ulir daya sehingga perputaran dari poros ulir daya akan menarik pasangan mur saat gerak pemakanan ulir diaktifkan. Saat pasangan mur menjepit poros ulir daya maka perputaran poros ulir daya akan menarik pasangan mur maju atau mundur yang otomatis menarik eretan. Poros ulir daya dan pasangan mur beroperasi seperti roda gigi ulir dimana gerakan putar diubah menjadi gerakan perpindahan secara linier.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan komponen-komponen dari mesin bubut sliding dan screw cutting ?
2. Jelaskan mekanisme transfer yang menyalurkan energi gerakan dari motor penggerak ke spindel bubut.
3. Sebutkan transformasi gerakan yang terjadi pada mekanisme gerakan mesin bubut sliding dan screw cutting ?
4. Jelaskan fungsi dari poros gerak makan dan poros ulir daya ?
5. Jelaskan mekanisme gerak pemakanan lintang untuk pembubutan facing sampai pada gerakan putar tuas handwheel eretan lintang ?
6. Sebutkan fungsi dari back gear ?

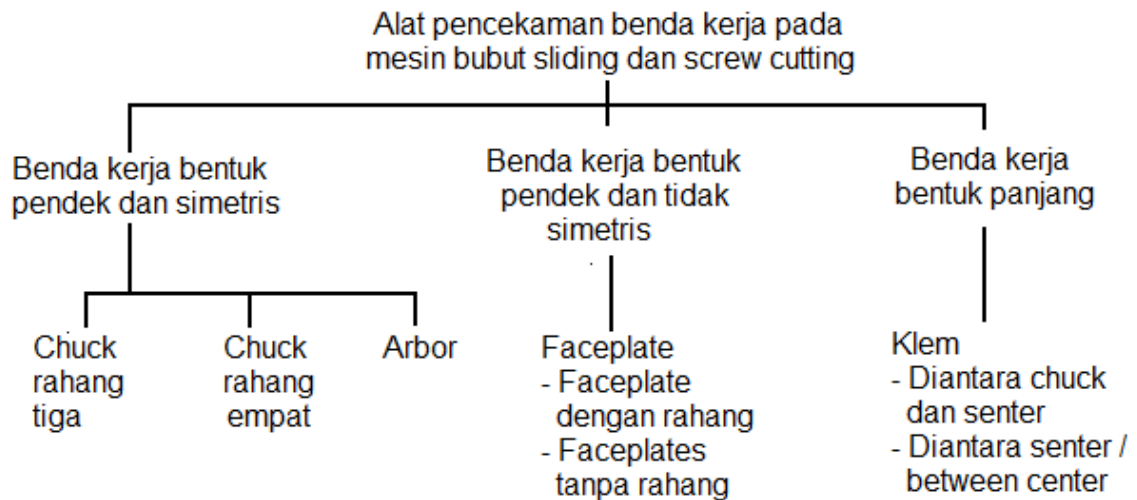
4.2.2. Alat cekam benda kerja serta penggunaanya

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

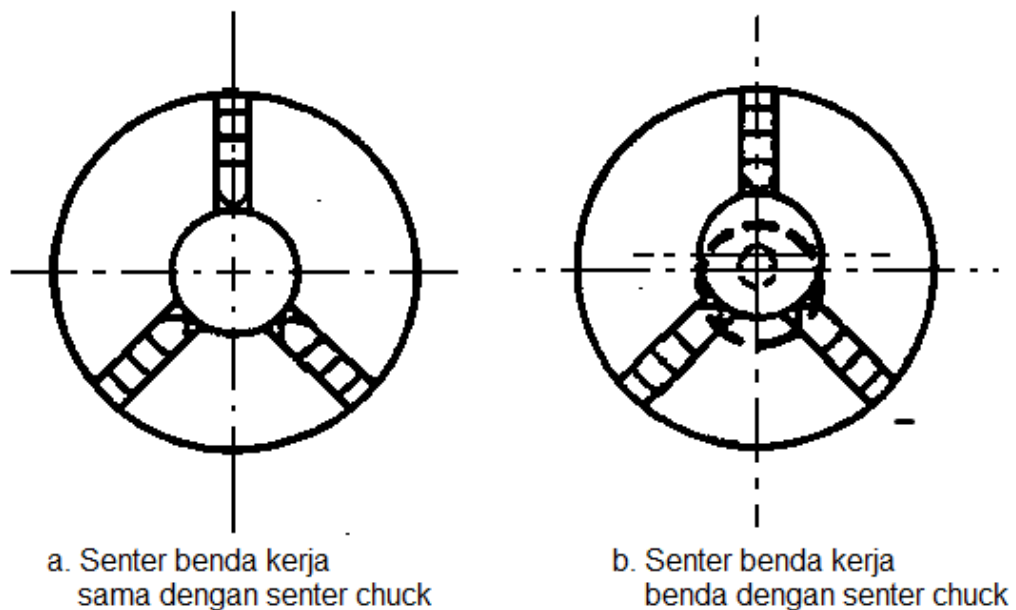
- Tugas dan fungsi kerja dari alat cekam pada mesin bubut
- Jenis-jenis alat cekam benda kerja yang ada pada mesin bubut
- Cara kerja dari alat cekam benda kerja pada mesin bubut
- Alat cekam benda kerja yang direkomendasikan sesuai benda kerja.
- Sistem penggerak pada mesin bubut sliding dan screw cutting

a. Fungsi dari alat cekam benda kerja

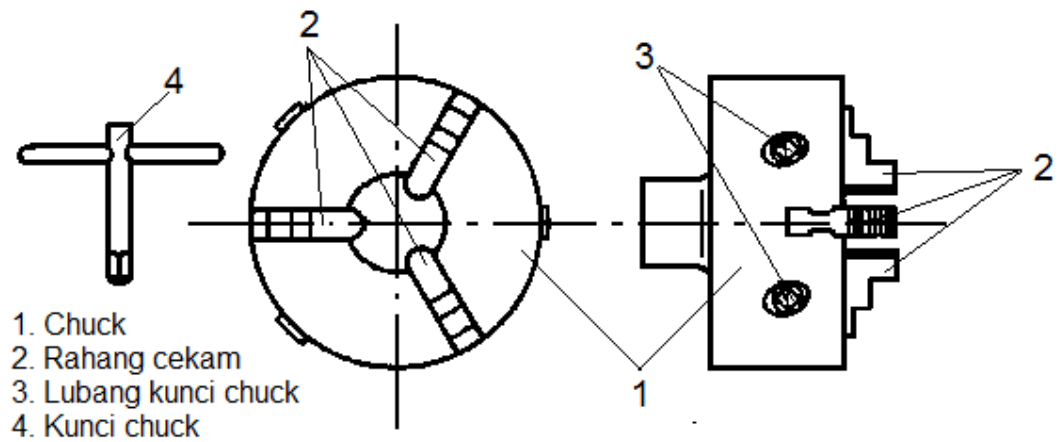
Fungsi dari alat cekam benda kerja adalah untuk menahan dan memegang benda kerja. Alat cekam tersebut menyalurkan gerakan putar dari spindel bubut ke benda kerja.

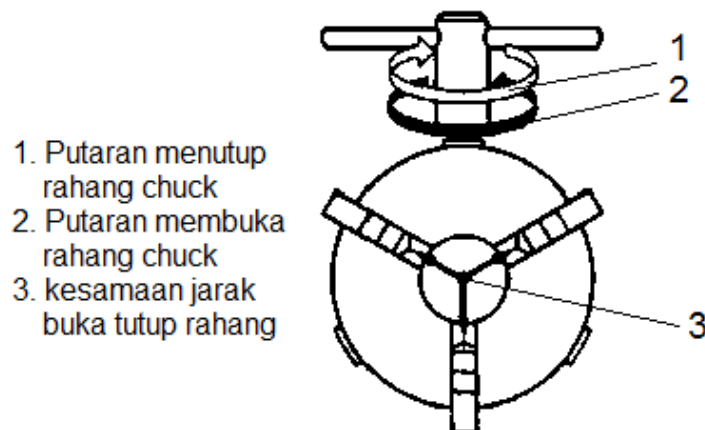
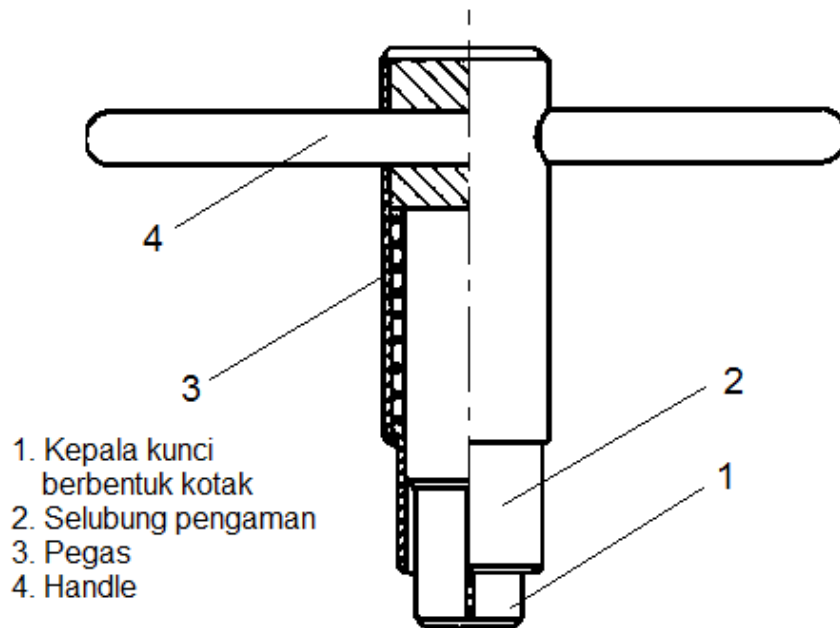
Gaya yang timbul akibat prose pemotongan oleh alat potong tidak boleh merubah posisi benda kerja yang dicekam oleh alat cekam.

Tabel 4.3. Jenis alat klem / cekam benda kerja pada mesin bubut sliding dan screw cutting

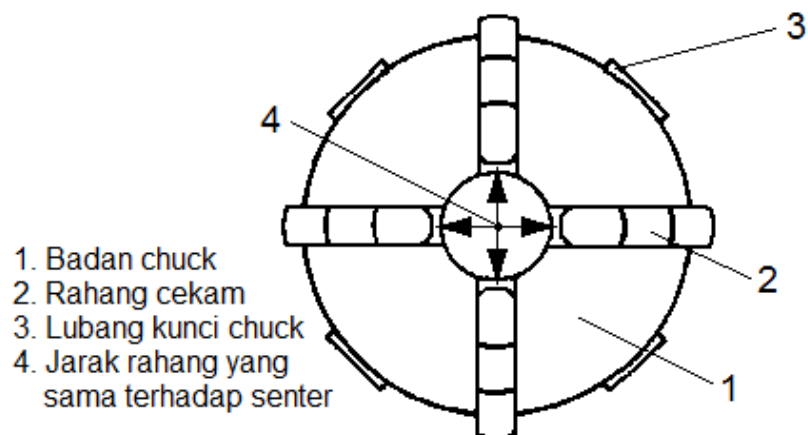
Alat cekam benda kerja harus dapat memutar benda kerja secara benar dan tidak gimbal saat dilakukan proses permesinan. Artinya sumbu benda kerja saat dicekam adalah satu sumbu dengan sumbu alat cekam / chuck sehingga menjamin benda kerja akan menerima gaya potong oleh alat potong secara penuh.

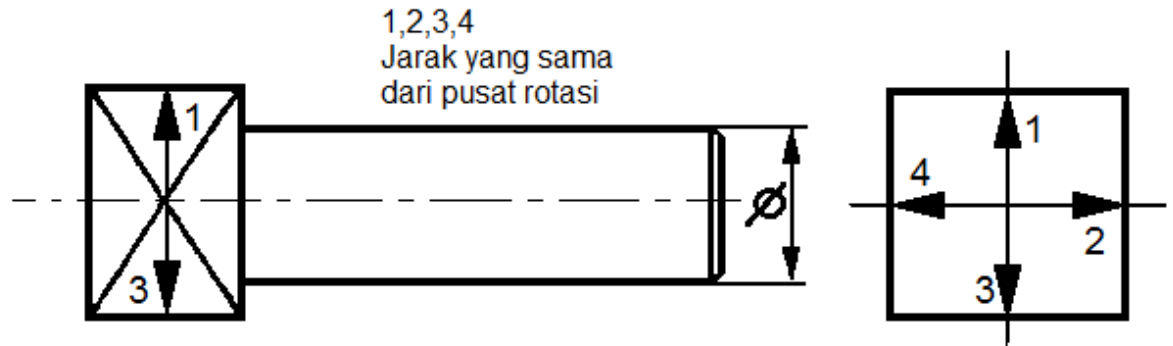
Proses pencekaman benda kerja dan melepas alat pencekam / klem harus dilakukan dengan cepat karena merupakan waktu tidak produktif.

Gambar 4.26. Pemasangan benda kerja pada mesin bubut

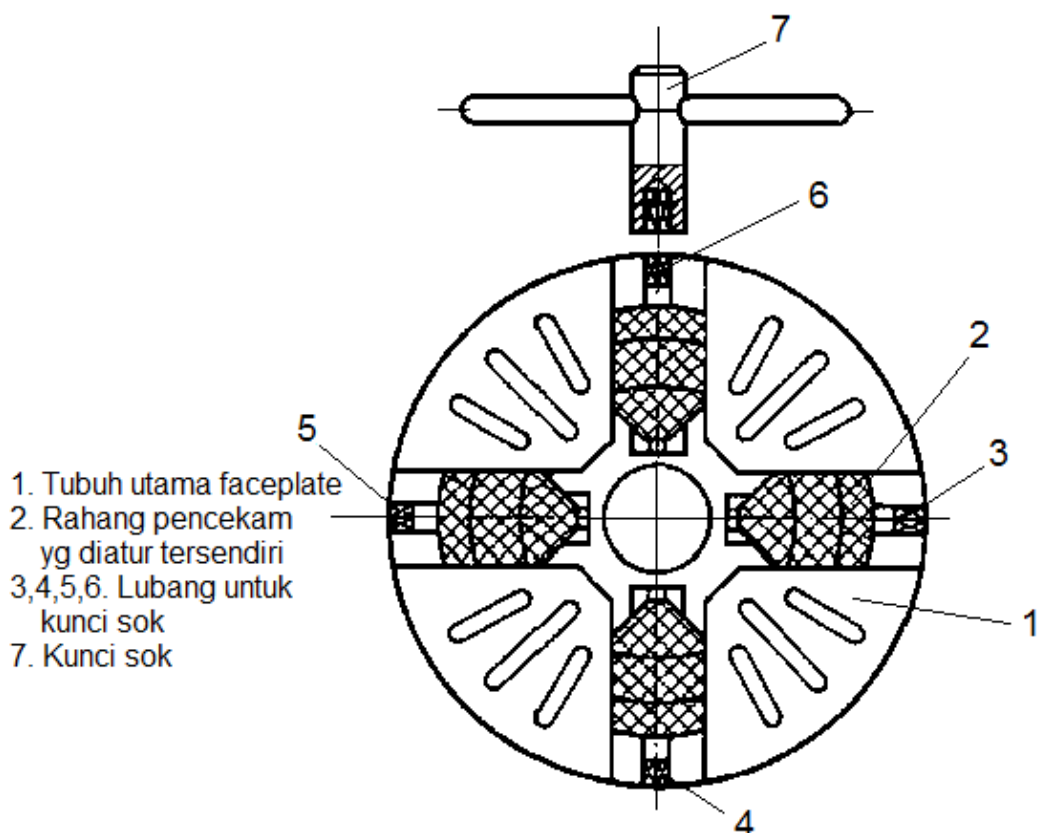
b. Jenis-jenis alat cekam benda kerja pada mesin bubut

1. Chuck rahang tiga

Gambar 4.27. Alat cekam mesin bubut yaitu chuck rahang tiga

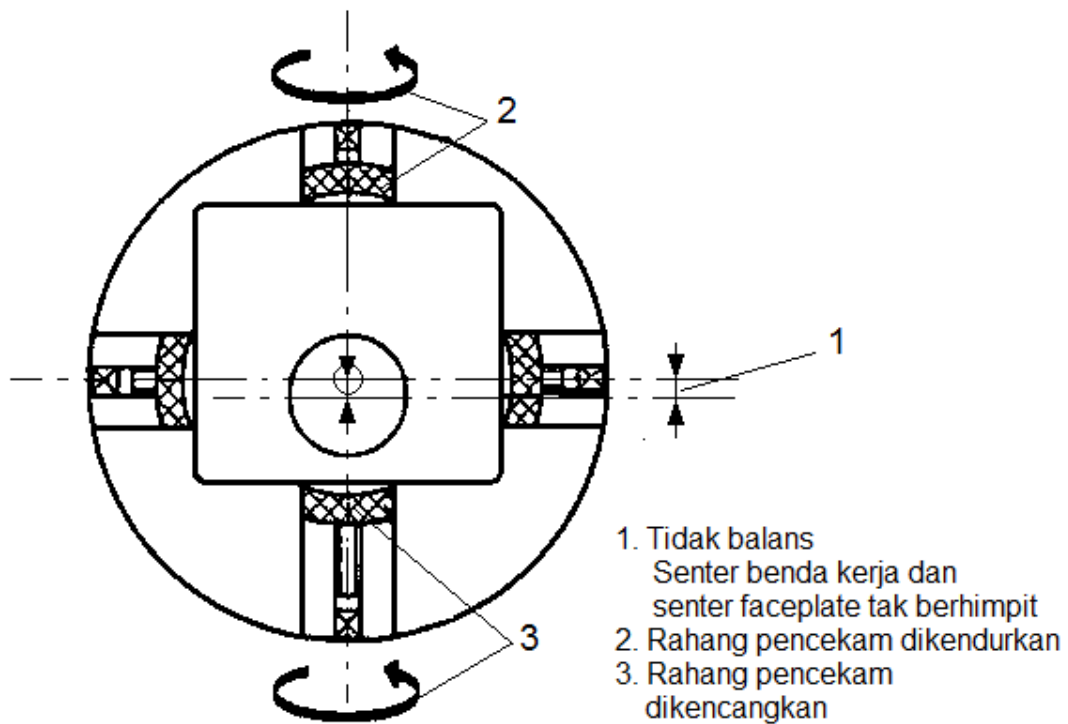
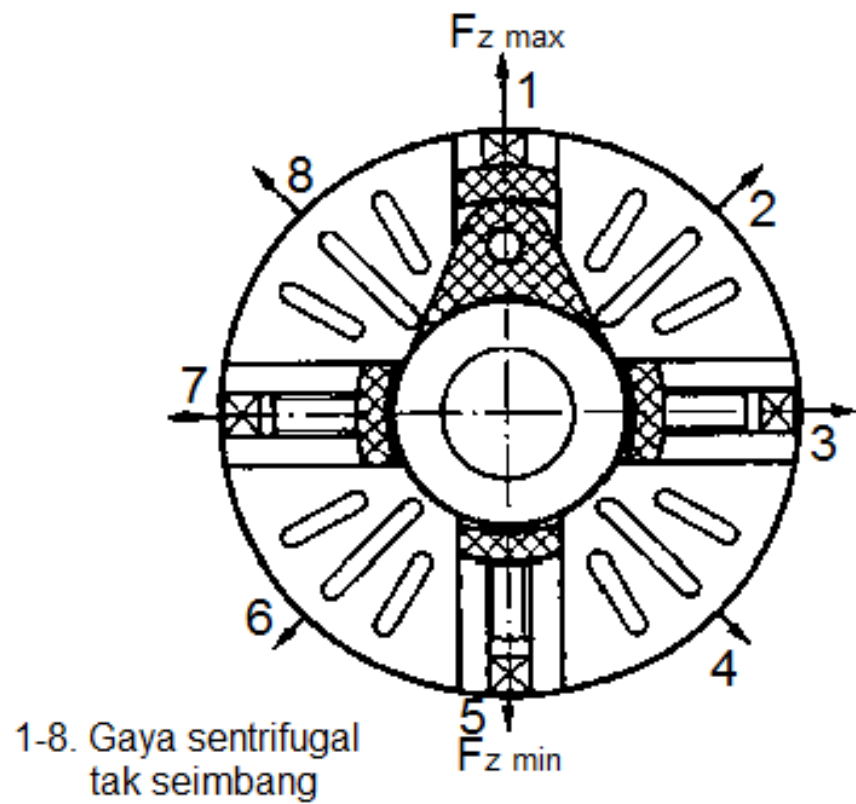
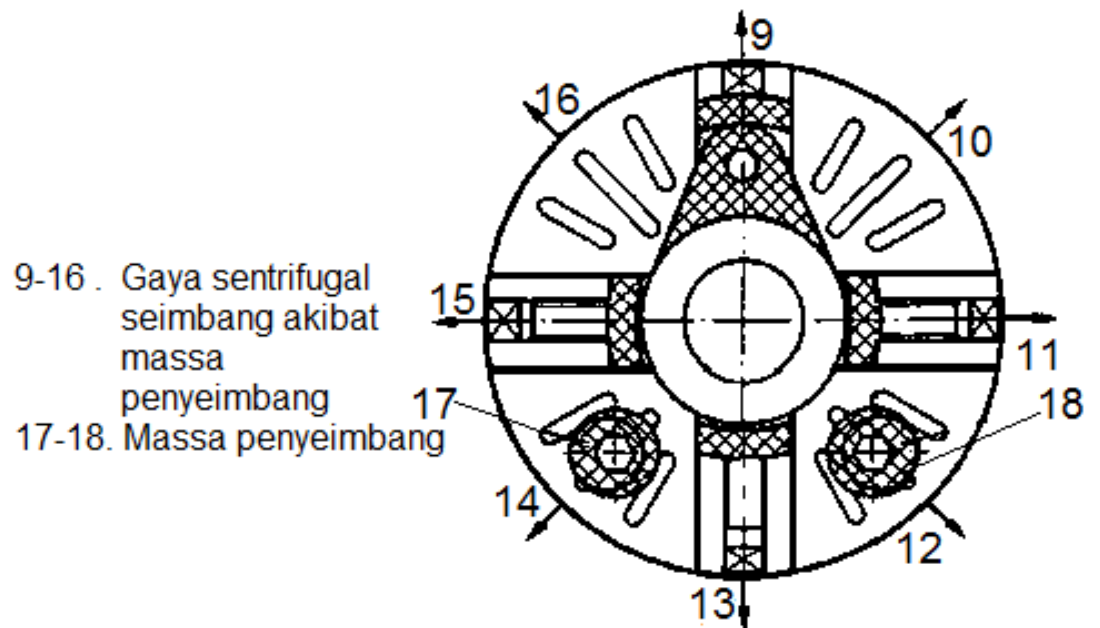
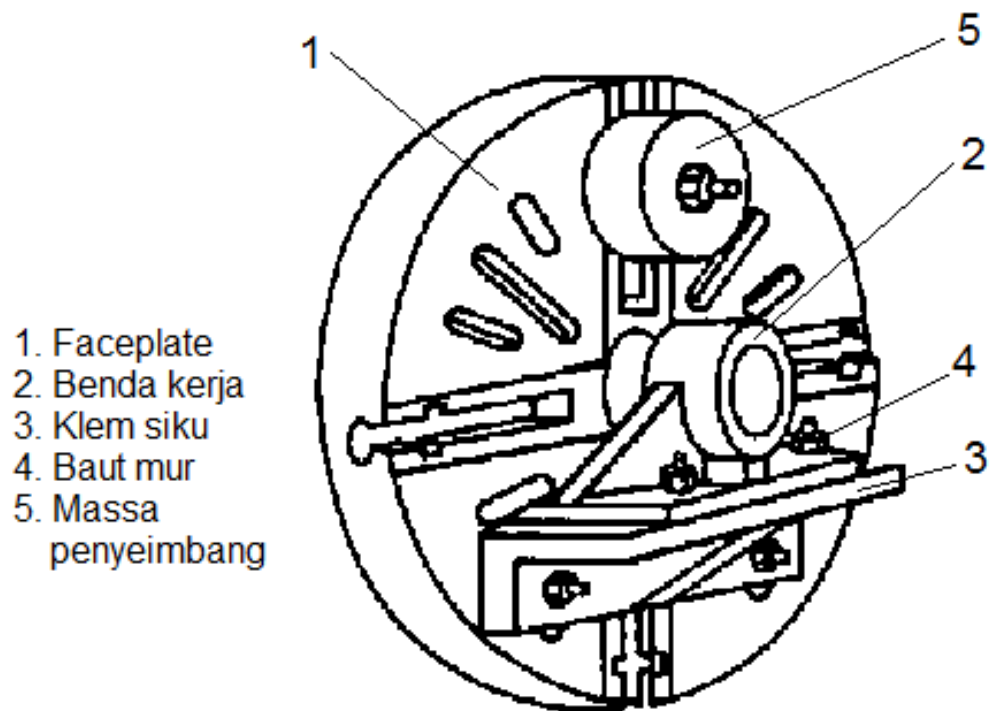
Chuck rahang tiga merupakan alat cekam benda kerja yang paling umum digunakan pada mesin bubut. Chuck rahang tiga mencekam benda kerja secara simetris. Cara mengoperasikannnya sangat mudah, yaitu dengan memasukkan kunci chuck (4) kedalam lubang kunci chuck (3) kemudian putar kunci chuck. Maka tiga buah rahang cekam (2) akan bergerak secara bersama dengan jarak yang sama terhadap sumbu senter chuck. Hal ini menyebabkan benda kerja yang dicekam akan memiliki sumbu putar berhimpitan dengan sumbu chuck. Kunci chuck dapat memiliki pengaman yang dapat terlepas secara otomatis saat setelah proses pencekaman dan melepas cekam pada chuck sehingga bahaya kecelakaan akibat tersangkutnya kunci chuck pada chuck dapat dihindari.

Gambar 4.28. Cara menggunakan kunci chuck

Gambar 4.29. Potongan dari kunci chuck yang memiliki pengaman

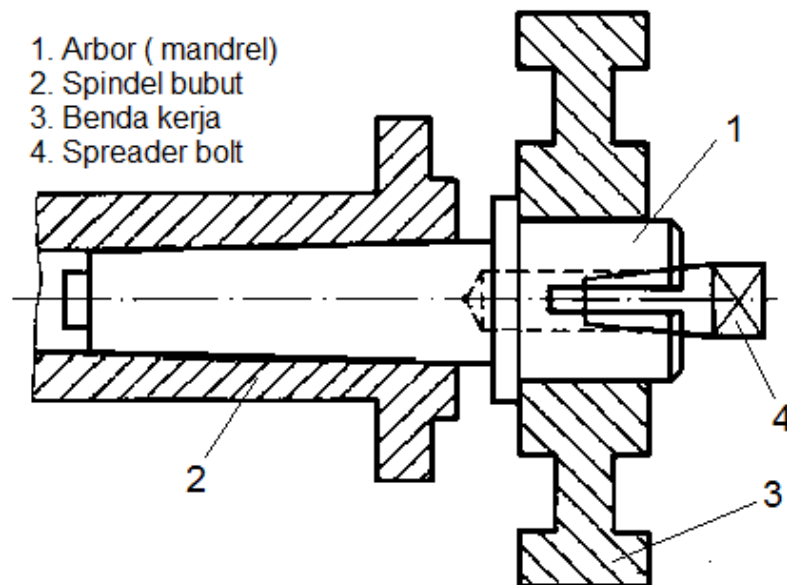
2. Chuck rahang empat

Gambar 4.30. Alat cekam mesin bubut yaitu chuck rahang empat

Chuck rahang empat digunakan pada mesin bubut untuk mencekam benda kerja yang berbentuk kotak atau segi delapan. Cara mengoperasikannnya sama seperti chuck rahang tiga yaitu dengan memasukkan kunci chuck (4) kedalam lubang kunci chuck (3) kemudian putar kunci chuck. Dan empat buah rahang cekam (2) akan bergerak secara bersama dengan jarak yang sama terhadap sumbu senter chuck. Pada saat mencekam, ujung benda kerja harus diposisikan agar benda kerja memiliki sumbu putar yang simetris dengan sumbu putar chuck. Kunci chuck rahang empat umumnya sama seperti kunci chuck rahang tiga.

Gambar 4.31. Pemosisian benda kerja kotak pada pada chuck rahang empat

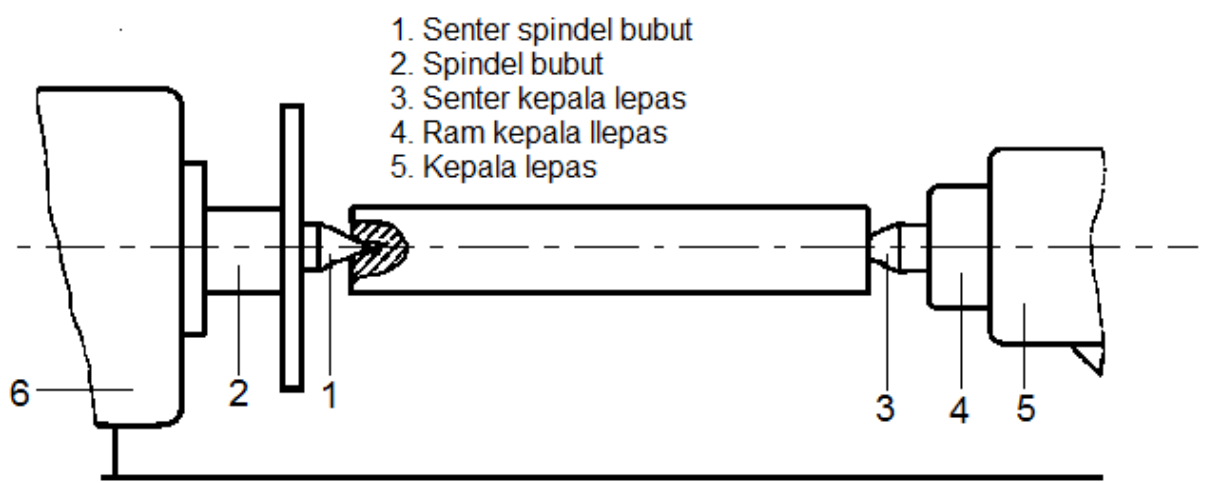
3. Faceplate

Gambar 4.32. Faceplate

Pada mesin bubut sliding dan screw cutting, faceplate digunakan untuk mencekam benda kerja yang memiliki benda kerja yang tidk simetris terhadap sumbu spindel bubut.
Kunci sok (7) dimasukkan kedalam lubang kunci sok (3,4,5,6) yang ada pada masing-masing rahang cekam (2) sehingga rahang cekam dapat digerakkan secara tespisah satu dengan yang lain. Pencekaman dengan menggunakan faceplate membutuhkan ketelitian dan pemeriksaan berulang untuk mendapatkan posisi benda kerja yang benar terhadap sumbu spindel bubut.
Rahang cekam individu harus disetel agar benda kerja berada pada posisi yang benar. Jika pencekaman benda kerja yang tidak simetris menyebabkan

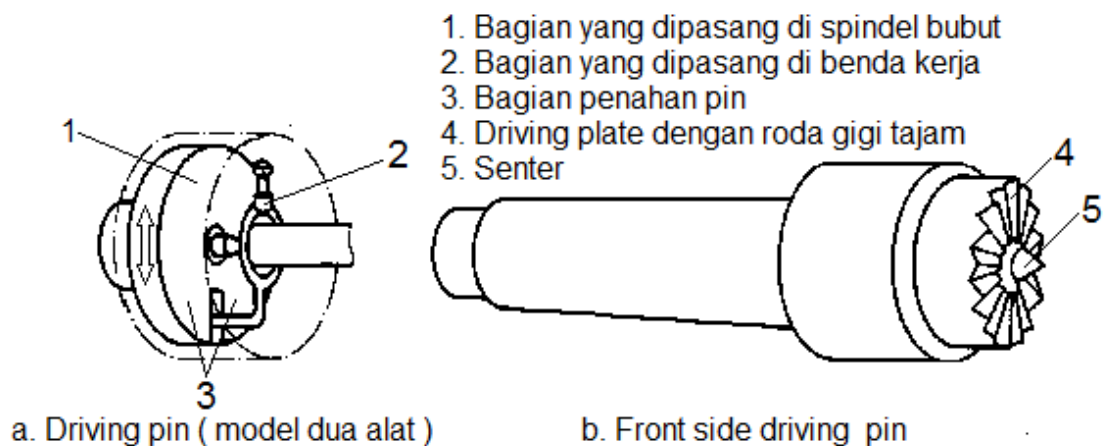
ketidakseimbangan berat maka diperlukan alat penyeimbang untuk menyeimbangkan massa.

Gambar 4.33. Benda kerja tidak senter di face plate

Gambar 4.34 Gaya tak seimbang pada faceplate akibat massa tak seimbang

Gambar 4.35. Perbaikan Gaya tidak seimbang pada faceplate dengan memasang massa penyeimbang

Gambar 4.36 Pemasangan benda dengan bantuan siku cekam pada faceplate

4. Mandrel

Gambar 4.37. Pemasangan benda kerja pada mandrel

Mandrel digunakan untuk mencekam benda kerja simetris yang memiliki lubang presisi. Mandrel (1) dimasukkan dalam lubang konus pada spindel bubut (2). Benda kerja (3) diletakkan pada bagian silindris mandrel. Silindris pada mandrel dibelah menjadi dua sehingga diameter silidris ini dapat diperbesar dengan menggunakan spreader bolt (4) sehingga benda kerja dapat tercekam dengan baik. Operasi pencekaman dapat dilakukan secara sederhana dan proses pencekaman dan melepas cekam dilakukan dapat dengan cepat.

5. Pencekaman antar senter

Gambar 4.38. Pemasangan benda kerja antar senter

Pencekaman benda antar senter digunakan untuk mencekam benda kerja yang panjang. Hal ini dilakukan dengan menggunakan dua senter. Satu senter

menggunakan spindel bubut (2) dan senter yang lainnya (3) menggunakan senter kepala lepas (5) yang dipasang pada ram kepala lepas (4). Cara mencekam dan melepasnya adalah dengan memutar handwheel pada kepala lepas sehingga kedua senter menekan atau menjauhi lubang senter pada kedua ujung benda kerja.
Pencekaman pada kedua senter tidak cukup untuk menyalurkan gaya putar pada pencekaman antar senter maka digunakan alat bantu kerja yang berfungsi untuk menyalurkan putaran pada spindel bubut ke benda kerja. Alat tersebut dinamakan driving pin. Terdapat dua jenis yang digunakan yaitu driving pin dengan dua bagian dan front side driving pin.

Gambar 4.39. Driving pin untuk memutar benda pencekaman antar senter

Pada driving pin dengan dua bagian, salah satu bagian dari driving pin dipasang pada spindel bubut dan bagian lain dipasang menjepit benda kerja dimana ada bagian tersebut masuk ke celah penahan pin sehingga saat bagian yang dipasang di spindel bubut berputar maka akan memutar pin yang menjepit benda kerja sehingga benda kerja juga ikut berputar.

Front side driping pin bekerja dengan mencekam muka benda kerja oleh bagian muka driving pin (4). Ujung konus driping pin dimasukkan kedalam spindel bubut sehingga saat spindel bubut berputar mana driping pin dan benda kerja juga ikut berputar.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan fungsi dari alat cekam benda kerja pada mesin bubut ?
2. Sebutkan nama-nama alat cekam benda kerja pada mesin bubut ?
3. Jelaskan benda kerja yang direkomendasikan untuk dicekam pada alat cekam pada soal nomor 2 ?
4. Jelaskan fungsi dari alat cekam chuck rahang tiga ?
5. Jelaskan cara kerja alat bantu driving pin dengan dua bagian pada pencekaman benda kerja antar senter sehingga dapat mengurangi potensi bahaya ?

4.2.3. Alat pencekam alat potong dan penggunaannya

a. Tugas dan fungsi alat cekam alat potong pada mesin bubut

Tugas dan fungsi dari alat cekam alat potong adalah untuk menahan alat potong dengan kuat terhadap gaya-gaya yang terjadi akibat operasi bubut. Kemudian alat cekam alat potong menyalurkan gerak pemakanan pada alat potong.

Gaya-gaya yang terjadi akibat proses pembubutan tidak boleh membuat alat potong bergeser dari posisi pencekamannya serta alat potong tidak bergetar saat beroperasi.

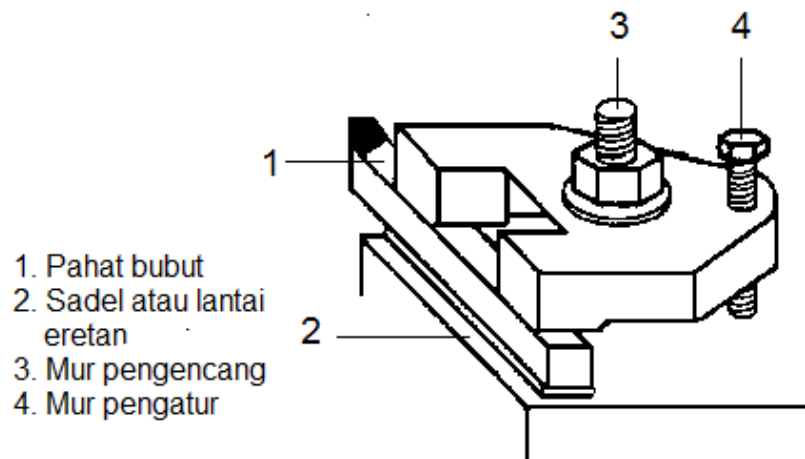
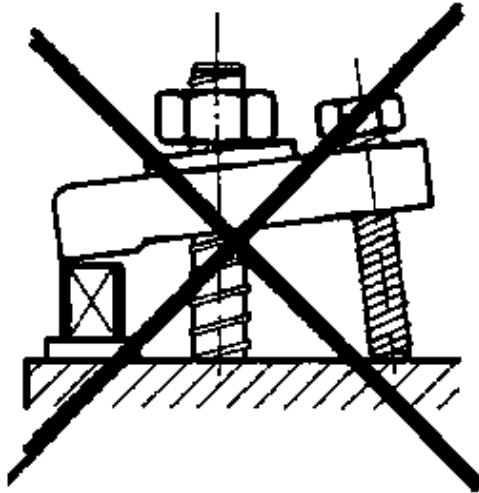
Alat cekam alat potong ada yang dipasang pada eretan atas dan ada yang dipasang pada ram dari kepala lepas.

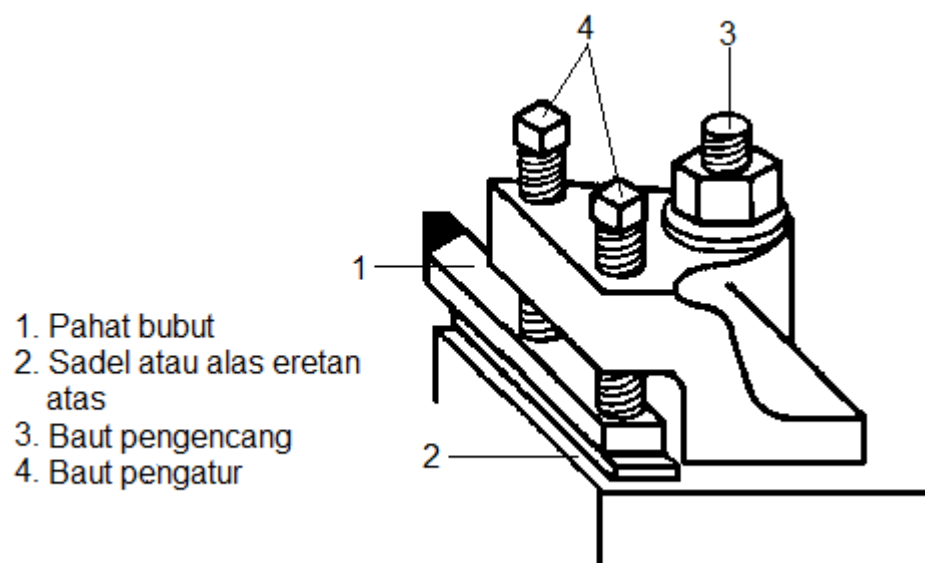
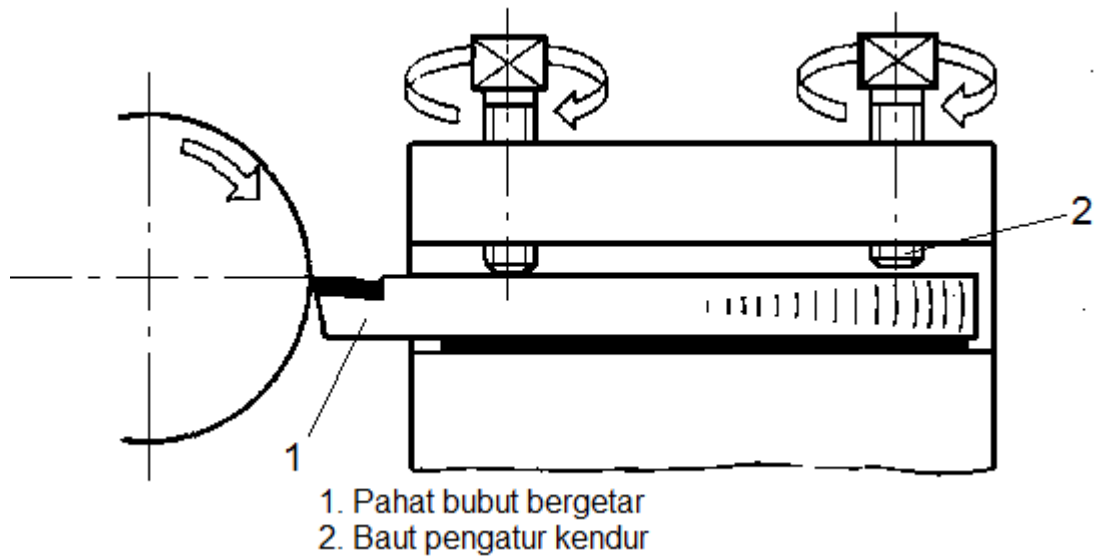
Proses penggantian alat potong harus bisa dilakukan dengan cepat sehingga berbagai operasi permbubutan dapat dilakukan dengan segera. Mencekam dan melepas cekaman alat potong haruslah dilakukan dengan cepat dan tidak memerlukan banyak waktu karena merupakan waktu yang tidak produktif.

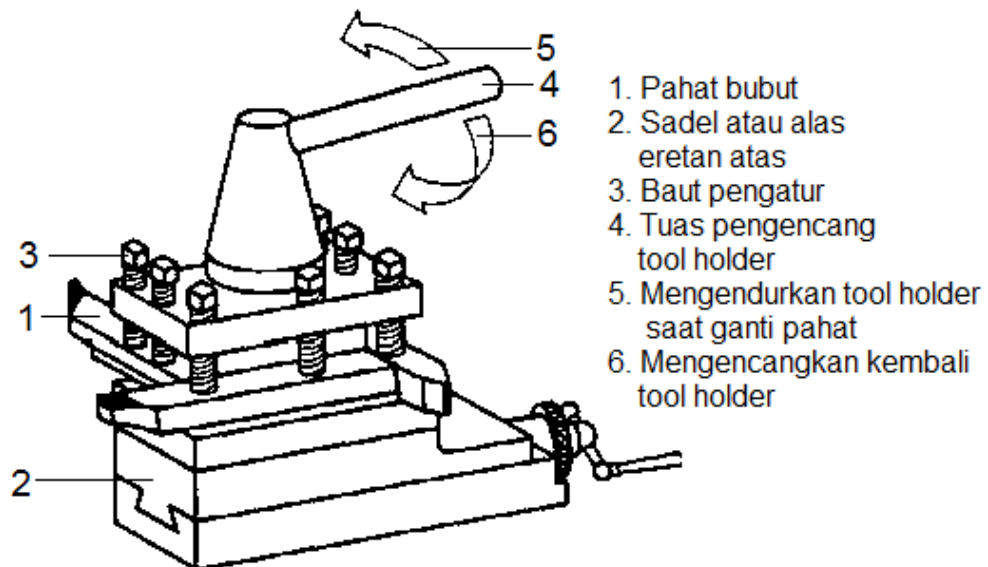
b. Jenis-jenis alat cekam alat potong pada mesin bubut

1. Alat cekam pada eretan untuk alat potong tunggal
   Alat cekam alat potong yang hanya dapat mencekam satu alat potong saja sehingga jika ingin mengganti alat potong maka alat potong yg terpasang harus dilepas dan dipasang alat potong baru yang diinginkan. Contohya pencekam jari / clamping claws, alat cekam baut (tool holder with adjusting screw).

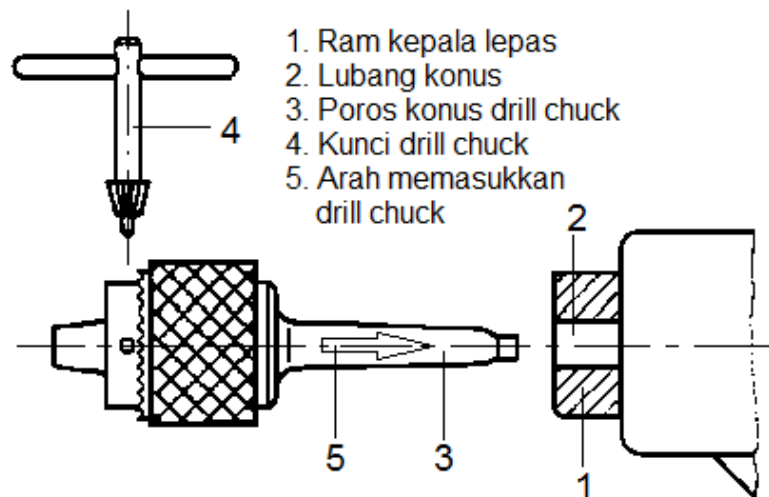
   Alat pencekam jari mencekam alat potong pada eretan. Merupakan praktik umum mengunakan alat pencekam jari.

   Pada alat pencekam jari, digunakan baut pengatur (4) untuk menyetel posisi kedataran dari pencekam jari. Alat pencekam jari ini dikencankan pada eretan dengan mengencangkan baut pengencang (3) . Jika baut pengatur tidak disetel dengan benar maka posisi pencekam jari dapat menjadi miring dan alat potong tidak tercekam dengan baik.

Gambar 4.40. Alat cekam berbentuk pencekam jari

Gambar 4.41. Kesalahan yang harus dihindari dalam memasang pencekam jari.

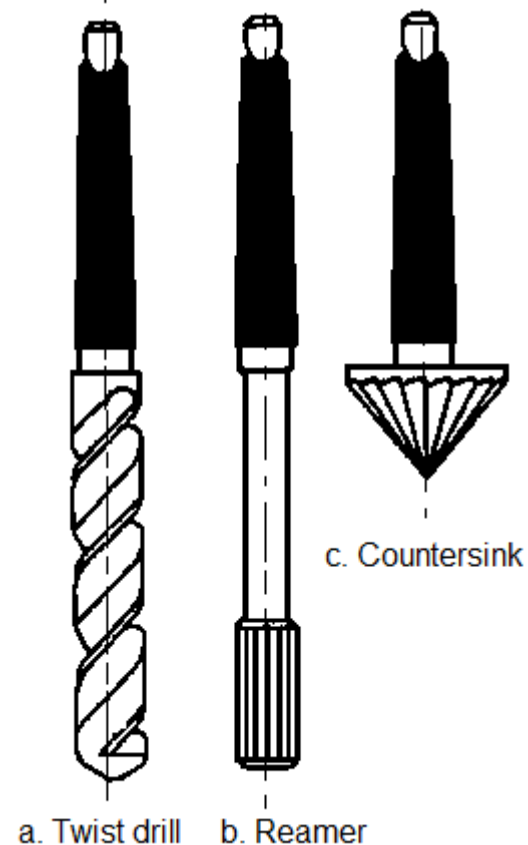
Alat cekam alat potong tunggal jenis lain adalah pencekam baut menggunakan rahang cekam yang sudah dibaut rapat dengan eretan menggunakan baut pengencang (3). Baut pengatur (4) harus dikencangkan secara merata agar alat potong dapat dicekam dengan rata dan tidak bergetar saat operasi pembubutan.

Gambar 4.42. Alat cekam tunggal jenis pencekam baut.

Gambar 4.43. Akibat dari baut yang dipasang kurang kencang dan merata

2. Alat cekam pada eretan untuk alat potong berjumlah lebih dari satu

Gambar 4.44. Alat cekam untuk alat potong lebih dari satu

Alat cekam untuk banyak alat potong dapat mengakomodir sampai empat buah alat potong sekaligus. Baut pengatur (3) digunakan untuk mencekam alat potong dengan kuat. Jika mau mengganti alat potong dengan alat potong lain maka dilakukan dengan mengendurkan tuas pengencang (4) Kemudian alat cekam diputar untuk memilih alat potong yang diinginkan kemudian tuas dikencangkan kembali.

3. Alat cekam alat potong pada kepala lepas.

Gambar 4.45. Alat cekam pada kepala lepas / drill chuck

Drill chuck digunakan untuk membuat lubang di muka benda kerja pada mesin bubut. Pada kepala lepas, ram-nya memiliki lubang konus (2). Sedangkan drill chuck memiliki tangkai berbentuk konus (3). Pemasangan drill chuck adalah dengan memasukkan tangkai konus drill chuck ke dalam lubang ram kepala lepas.

Selain daripada drill chuck, Beberapa alat potong yang yang memiliki tangkai konus juga bisa langsung dimasukkan ke dalam ram kepala lepas sehingga tidak diperlukan drill chuck.

Gambar 4.46. Alat potong tangkai konus yang dapat dipasang di kepala lepas

Untuk melepaskan drill chuck atau alat potong bertangkai konus, dilakukan dengan menarik ram masuk kedalam dimana ada mekanisme stop yang mendorong drill chuck atau alat potong keluar dari ram.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan fungsi dari alat cekam alat potong pada mesin bubut ?
2. Sebutkan nama-nama alat cekam alat potong pada mesin bubut ?
3. Jelaskan alat potong yang akan dicekam dan operasi bubut yang dapat dilakukan pada alat cekam pada soal nomor 2 ?
4. Apa pengaruh jenis alat cekam alat potong pada produktivitas pekerja ?
5. Jelaskan cara kerja alat cekam alat potong jumlah banyak ?

4.2.4. Pengoperasian mesin bubut sliding dan screw cutting

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Penyetelan dari mesin bubut sliding dan screw cutting.
- Cara menggoperasikan mesin bubut saat dilakukan pemotongan benda kerja.
- Kesalahan yang harus dihindari dalam menoperasikan mesin bubut.
- Jenis-jenis alat cekam untuk alat potong yang ada pada mesin bubut.
- Cara kerja dari alat cekam untuk alat potong pada mesin bubut.
- Alat cekam alat potong yang direkomendasikan sesuai operasi pada benda kerja.

a. Penyetelan mesin bubut
Proses penyetelan mesin dibuat agar operasi pembubutan berlangsung sesuai dengan karakteristik pemotongan logam untuk operasi bubut.

1. Penyetelan kecepatan putar spindel bubut
Penyetelan kecepatan putar spindel dilakukan agar sesuai dengan karakteristik pemotongan yang diperlukan yaitu kecepatan pemotongan.

Kecepatan pemotongan (Cs) adalah kecepatan alat potong dalam memotong benda kerja.

Besar kecepatan potong (Cs) pada mesin bubut memiliki rumus

$$Cs = \pi \times D \times Rpm / 1000 .$$

Satuan kecepatan potong adalah dalam meter/menit dengan
π adalah konstanta dengan nilai 3,14,
D adalah diameter benda kerja saat dilakukan pemotongan
Rpm adalah kecepatan putar dari spindel bubut

Dalam pengoperasian mesin bubut, parameter yang bisa diketahui adalah kecepatan potong dan diameter pemotongan benda kerja sehingga untuk mengetahui kecepatan putar spindel mesin bubut didapatkan rumus :

$$\text{Kecepatan putar Spindel (Rpm)} = 1000 \times Cs / (\pi \times D)$$

Besarnya nilai kecepatan potong (Cs) dalam perhitungan dipengaruhi oleh
- Material benda kerja
- Material pahat potong
- Kehalusan permukaan yang diinginkan pada benda kerja (halus atau kasar)

Untuk besar nilai kecepatan potongnya dapat dicari dengan melihat tabel kecepatan potong antara jenis pahat dengan jenis material benda kerja. Data kecepatan potong ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/men	Ft/min	M/min	Ft/min
Baja lunak(*Mild Steel*)	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang(*Cast Iron*)	14 – 17	45 – 55	45 - 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	a. – 600

Tabel 4.4. Tabel kecepatan potong pada berbagai jenis material benda kerja dan material pahat.

Dari nilai kecepatan potong yang diperlukan untuk operasi bubut kemudian didapatkan putaran spindel bubut yang diperlukan. Berikutnya adalah mengatur mekanisme roda gigi kecepatan putar spindel ke nilai yang paling mendekati nilai kecepatan putar spindel dari hasil perhitungan.

Contoh :
Berapakan kecepatan spindel untuk operasi bubut silindris dengan diameter 50 mm dengan menggunakan pahat HSS pada material ST 37 (mild steel).

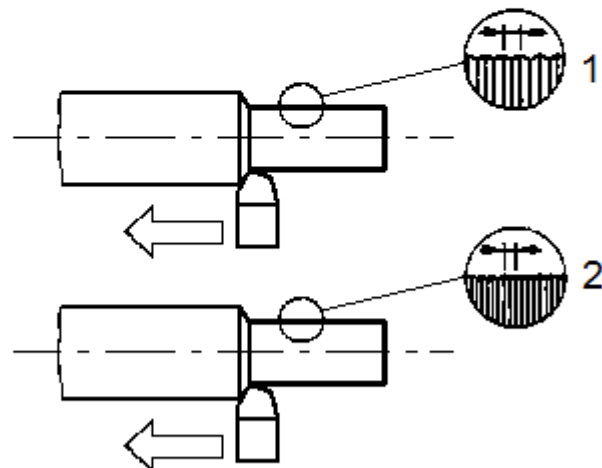
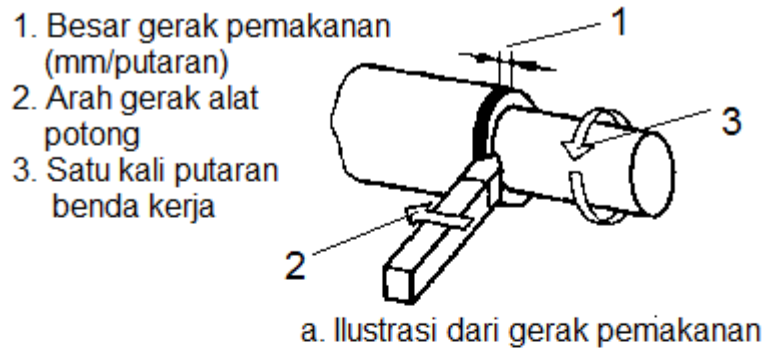
Rpm = 1000 x Cs / (π x D)
= 1000 x 21 / (3,14 x 50)
= 134 Rpm

2. Penyetelan kecepatan gerak makan
Salah satu parameter operasi pembubutan lainnya adalah kecepatan gerak makan

Gerak pemakanan adalah jarak perpindahan alat potong secara linier dalam operasi memotong benda kerja yang dilakukan selama benda kerja diputar satu kali..

1. Besar gerak pemakanan (mm/putaran)
2. Arah gerak alat potong
3. Satu kali putaran benda kerja

1 3 2

a. Ilustrasi dari gerak pemakanan

1. Gerak makan besar - permukaan kasar
2. Gerak makan kecil - permukaan halus

b. Pengaruh gerak makan terhadap kehalusan permukaan

Gambar 4.47. Ilustrasi gerak pemakanan

Besarnya nilai kecepatan gerak makan (Feed) dalam perhitungan dipengaruhi oleh :

- Material benda kerja
- Material pahat potong
- Kehalusan permukaan yang diinginkan pada benda kerja (halus atau kasar)

Untuk menentukan besarnya gerak pemakanan pada operasi pembubutan dengan menggunakan alat potong yang terbuat dari baja high speed steel (HSS) , dapat dilihat dilihat pada tabel dibawah ini :

PEMAKANAN YANG DISARANKAN UNTUK PAHAT BUBUT HSS				
Material	Pekerjaan Kasar		Pekerjaan Finising	
	Milimeter/ putaran	Inch/ putaran	Milimeter/ putaran	Inch/ putaran
Baja lunak	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

Tabel 4.5. Tabel kecepatan pemakanan pada berbagai jenis material benda kerja dengan alat potong terbuat dari material hing speed steel (HSS).

Proses penggantian mekanisme roda gigi baik pada gerakan pemotongan maupun gerakan pemakanan harus dilakukan dengan hati-hati karena roda gigi merupakan komponen mesin yang sensitif. Pengoperasian yang salah dapat merusak roda gigi. Sesuai desain oleh pembuatnya , proses penggantian roda gigi dilakukan saat sebagai berikut :

- Hanya saat mesin dalam keadaan diam atau berhenti
- Hanya saat mesin masih berputar tetapi sudah dimatikan dan menunggu putaran diam.
- Dapat dilakukan kapan saja, saat mesin diam, saat mesin beroperasi atau saat mesin setelah dimatikan menuju diam.

Untuk melihat mekanisme penggantian roda gigi yang benar pada mesin bubut harus sesuai dengan petunjuk operasi mesin. Tetapi jika hal ini tidak diketahui, metode paling aman adalah mengganti mekanisme roda gigi saat mesin dalam keadaan diam atau berhenti.

Proses memutar tuas roda gigi dilakukan dengan perlahan dan dirasakan apakah penggantian roda gigi berjalan dengan lancar. Jika ada hambatan dalam memutar tuas roda gigi, jangan menggunakan gerakan paksa. Putar spindel atau handwheel dan rasakan apakah perpindahan roda gigi dapat berjalan lancar.

3. Mencekam benda kerja

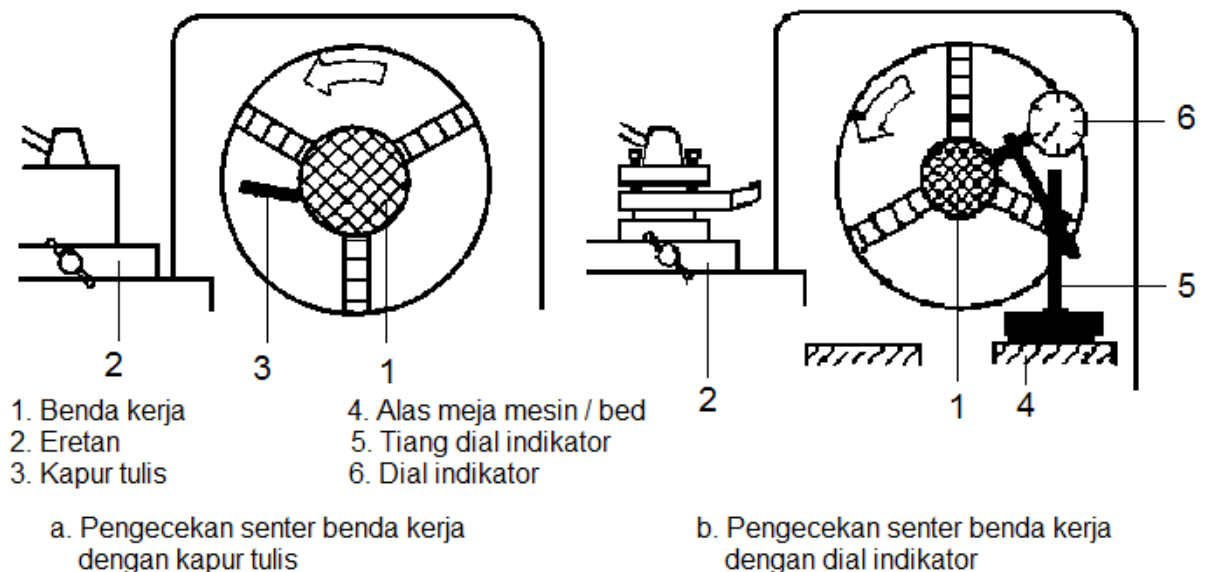
   Proses pencekaman benda kerja dilakukan dengan menggunakan alat cekam seperti yang ada pada bagian 4.2.2. Hal-hal yang harus diperhatikan saat mencekam benda kerja adalah :

   - Matikan atau nonaktifkan mesin sehingga mesin tidak dapat start secara tiba.
   - Benda kerja yang sudah dicekam harus dapat diputar dengan lancar.
   - Benda kerja harus dengan kuat tercekam oleh alat cekam / chuck.
   - Untuk benda kerja yang tidak asimetris harus dicekam secara seimbang dengan cara menambahkan massa penyeimbang jika diperlukan.
   - Kunci chuck harus dilepaskan setelah selesai pencekaman dan mulai menghidupkan mesin.

Setelah selesai mencekam benda kerja, putar benda kerja satu putaran penuh untuk memastikan bahwa benda kerja berputar dengan lancar.

4. Pengecekan kesumbuan benda kerja dengan sumbu spindel bor
   Meskipun benda kerja telah dicekam dan lancar diputar. Sebelum dilakukan pemotongan, harus dipastikan bahwa kesumbuan benda kerja yang dicekam berada pada sumbu yang sama dengan alat cekam / chuck. Cara memeriksa kesumbuan benda kerja ada dua cara yaitu

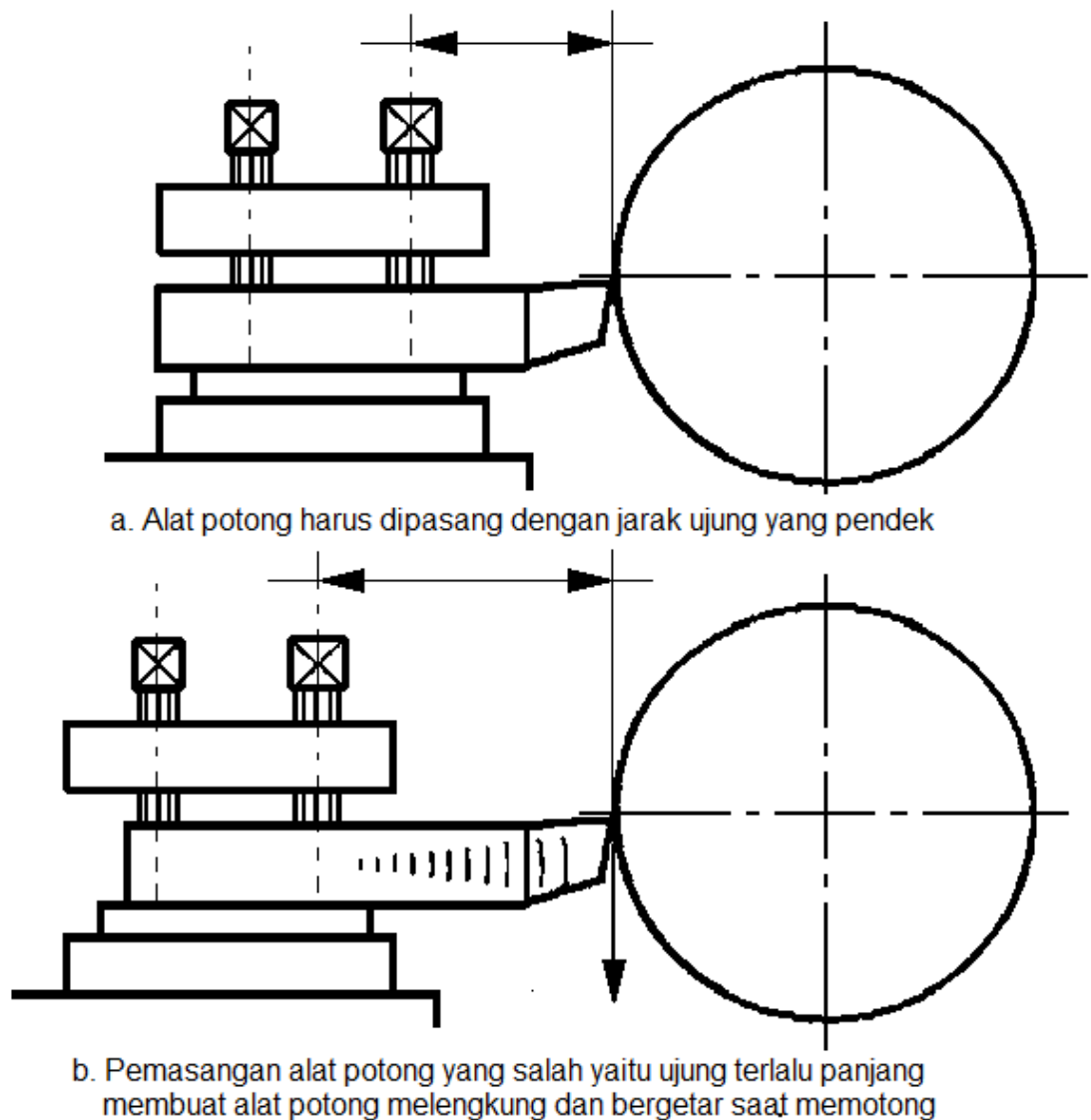
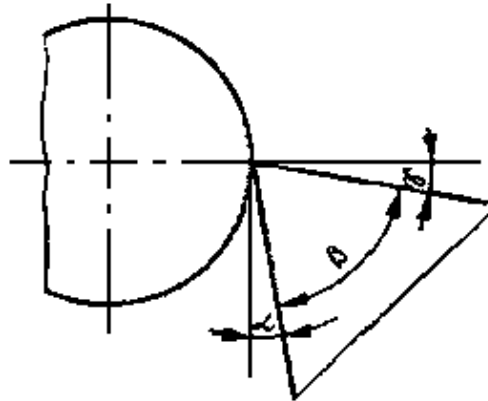
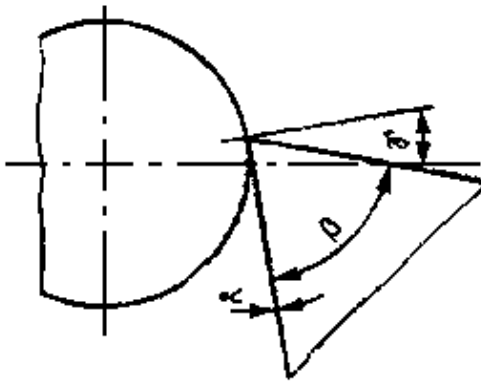
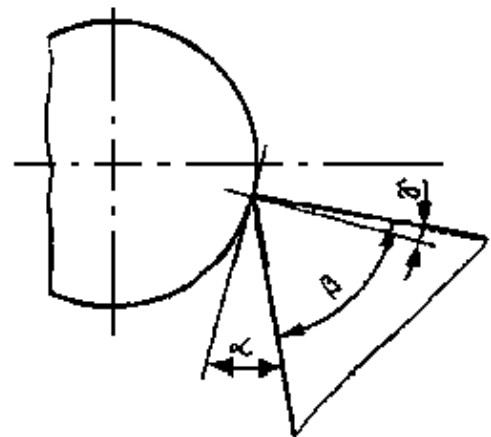
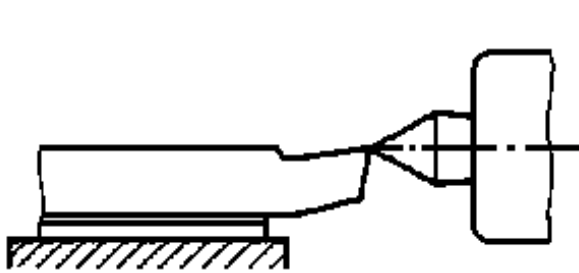
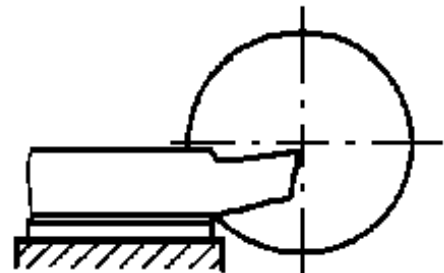
   - Dengan menggunakan kapur tulis atau penggores
     Pengecekan benda kerja dengan kapur tulis dilakukan dengan cara kapur tulis atau penggores dipagang dengan tangan dan diarahahkan ke benda kerja saat benda kerja berputar dengan pelan oleh mesin bubut. Bagian benda kerja yang tidak senter akan menggores kapur atau penggores.
     Metode ini cocok digunakan pada benda kerja yang berbentuk silinder kasar yang belum dilakukan permesinan pada permukaaanya.

   - Dengan menggunakan dial indikator
     Pengecekan benda kerja dengan dial dilakukan dengan memasang jarum dial indikator pada benda kerja untuk diukur perbedaan diemeter luar benda kerja selama satu putaran penuh.
     Metode ini cocok digunakan pada benda kerja berbentuk silinder halus yang sudah dilakukan proses permesinan sebelumnya.

Gambar 4.48. Proses penyenteran benda kerja

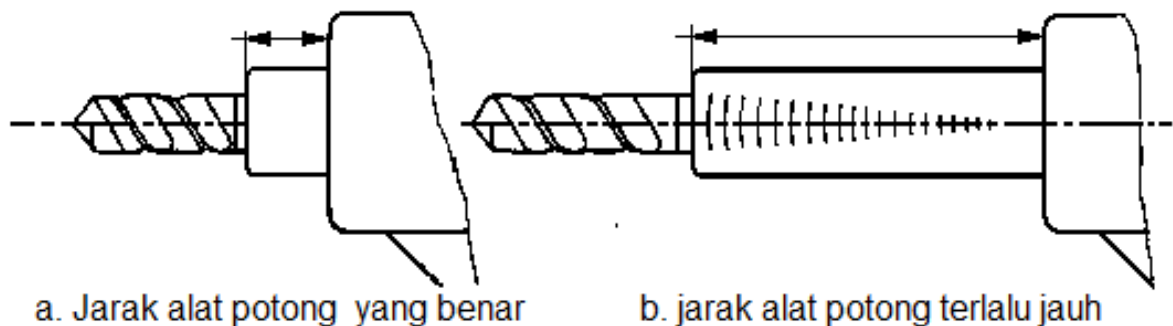
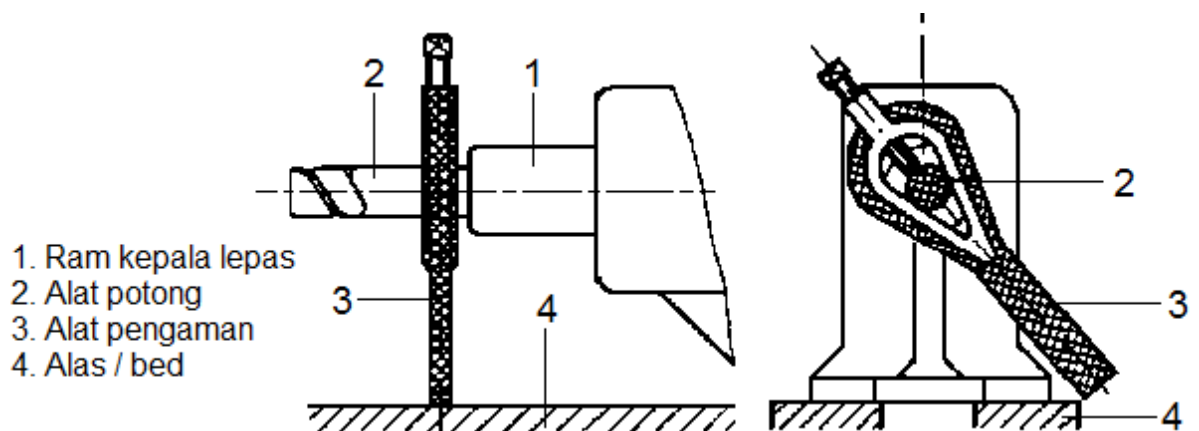
Jika benda kerja tidak dicekam dengan kesenteran yang cukup maka benda kerja harus dilepaskan dari chuck dan dicekam ulang sampai posisi senter benda kerja sama dengan senter chuck. Untuk face plate, posisi kesenteran benda kerja diperbaiki dengan menyetel masing-masing rahang cekam,

5. Pencekaman alat potong
   Alat potong pada operasi bunut dicekam menggunakan alat cekam seperti yang terdapat pada bagian 4.2.3

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat mencekam alat potong pada eretan :

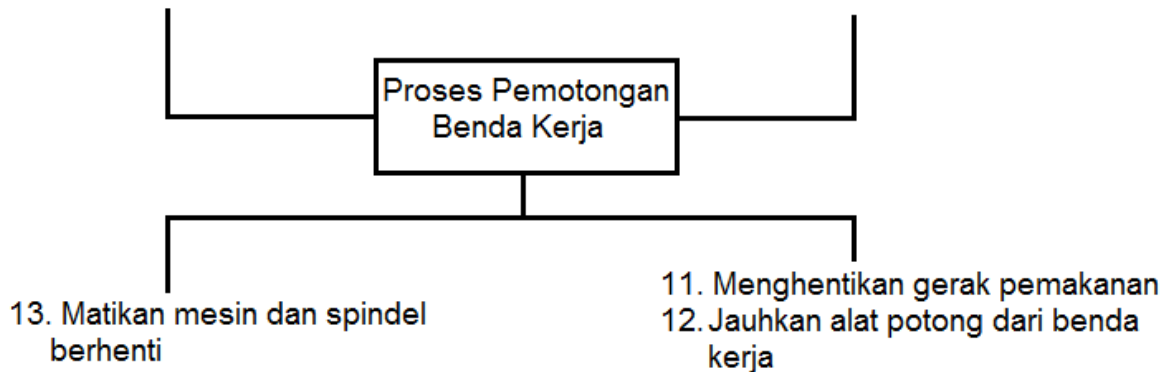
- Alat potong harus dicekam dengan jarak ujung alat potong yang pendek karena jika tidak akan menyebabkan alat potong terdefleksi / melengkung dan bergetar saat dilakukan pemotongan.
- Alat potong harus diposisikan dengan sudut yang benar terhadap benda kerja agar sudut pemotongan tidak keliru.
- Posisi ujung Alat potong harus memiliki ketinggian yang sama dengan sumbu benda kerja agar sudut pemotongan tidak keliru.
- Alat potong harus dicekam dengan benar sehingga alat potong tidak berubah posisi saat dilakukan pemotongan.

Gambar 4.49. Ketinggian ujung mata potong harus sama dengan sumbu senter benda kerja

Gambar 4.50 Sudut pemotongan benda kerja pada berbagai level ketinggian alat potong

Gambar 4.51 Proses mensejajarkan ujung mata potong dengan senter benda kerja

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat mencekam alat potong pada kepala lepas :

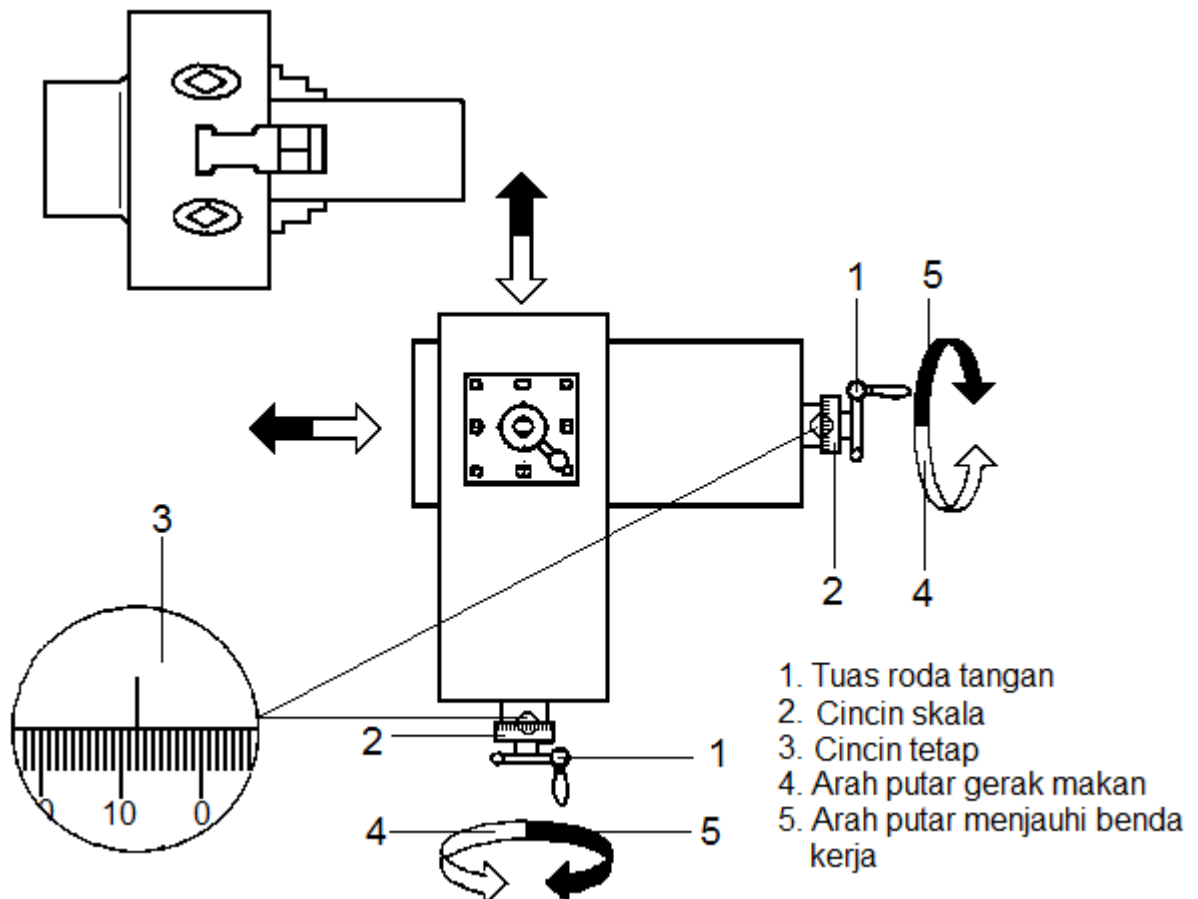
- Bersihkan lubang konus pada ram kepala lepas dan tangkai konus alat potong sebelum memasang alat potong
- Ram kepala lepas harus digunakan dengan jarak sependek mungkin agar posisi alat potong lebih presisi.
- Untuk jarak pemakanan yang panjang, lebih baik memendekkan ram kepala lepas dan menggeser kepala lepas lebih kedepan.
- Jika diperlukan, dipasang pengaman untuk mencegah alat potong berputar saat pemotongan.

Gambar 4.52. Pengaturan jarak alat potong ke kepala lepas

Gambar 4.53. Pengaman dari berputarnya alat potong pada kepala lepas

b. Pengoperasian mesin bubut

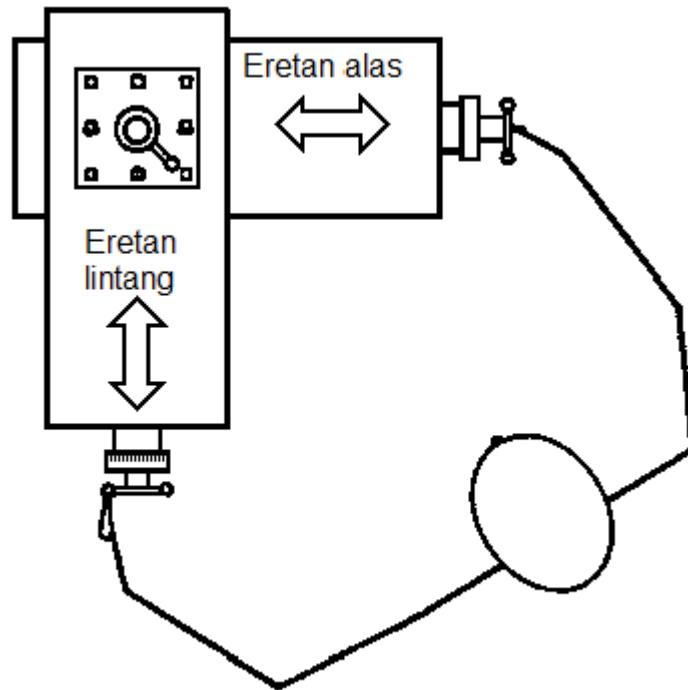
1. Menghidupkan mesin bubut

   Setelah meyetelan mesin sudah dilakukan, benda kerja dan alat potong sudah dipasang dengan benar maka proses pembubutan sudah bisa dilakukan.

Tabel 4.6. Langkah penyetelan dan pegoperasian mesin bubut

Lihat putaran benda kerja apakah sudah sesuai dengan arah putaran pemotongan yang benar. Alat potong harus dijauhkan dari benda kerja sehingga tidak memotong benda kerja saat mesin dihidupkan.

2. Memposisikan alat potong
   Alat potong diposisikan di area dimana akan dilakukan pemotongan benda kerja sehingga kedalaman pemotongan harus dilakukan penyetelan.
   - Untuk pembubutan silindris, diatur kedalaman potong dengan mengatur perpindahan eretan lintang melalui handwheel / tuas roda tangan
   - Untuk pembubutan muka, diatur kedalaman potong dengan mengatur perpindahan eretan alas.melalui handwheel / tuas roda tangan

Gambar 4.54. Langkah mengatur kedalaman pemotongan untuk pembubutan silindris dan pembubutan muka

Cara mengatur kedalaman potong adalah melihat perpindahan skala pada cincin skala tuas roda tangan pada eratan lintang dan eretan alas.

3. Memajukan alat potong untuk memulai pemotongan
   Dalam operasi pembubutan, pemakanan dilakukan dengan memajukan pahat dengan memutar tuas roda tangan secara teratur pada eretan alas. Untuk pemakanan bubut silindris dengan menggunakan tangan kanan.pada tuas roda eretan alas. Sedangkan pembubutan muka menggunakan tangan kiri pada tuas roda eretan lintang. Untuk memajukan ram kepala lepas dapat menggunakan tangan kanan atau kedua tangan.
   Gerak pemakanan otomatis dapat diaktifkan dengan tuas kontro pada eretan alas.

Gambar 4.55 Teknik menggunakan tuas roda eratan alas dan eretan lintang

4. Menghentikan gerak pemakanan, melepas alat potong dan mematikan spindel bubut.
   Setelah pemakanan mencapai jarak yang diinginkan, gerak pemakanan dihentikan, alat potong ditarik menjauh dari benda kerja dan putaran spindel bubut dimatikan.

Dilarang mematikan atau menyalakan putaran spindel bubut selama proses pemakanan karena dapat menyebabkan kerusakan pada alat potong.

   Jika proses pembubutan akan dilanjutkan lagi maka alat potong harus diposisikan kembali.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

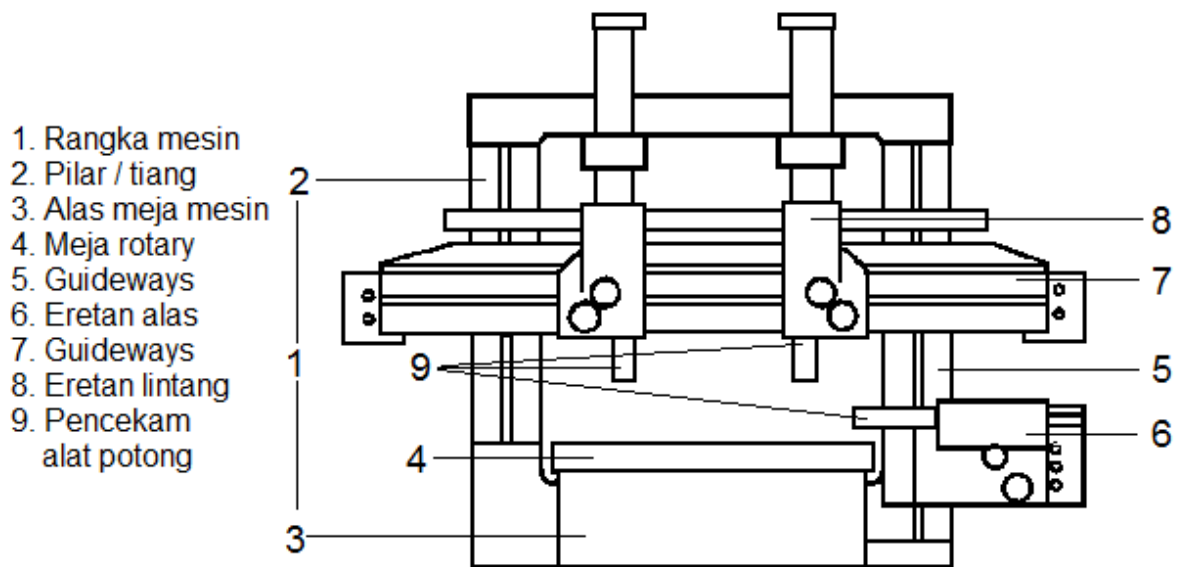
1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak pemotongan pada proses bubut ?
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak pemakanan pada proses bubut ?
3. Sebutkan langkah penyetelan dari mesin bubut ?
4. Apa akibat dari ketidak seimbangan massa benda kerja pada kualitas pembubutan ?
5. Apa yang harus diperhatikan dalam proses pencekaman alat potong ?
6. Kerusakan apa yang dapat terjadi jika proses pemindahan roda gigi tidak dilakukan dengan benar ?
7. Jelaskan cari menyeting mesin bubut untuk operasi pembubutan yang sudah anda lakukan ?

4.3. Mesin bubut vertikal

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen – komponen mesin dari mesin bubut vertikal.
- Cara kerja dari mesin bubut vertikal.
- Operasi yang dapat dilakukan oleh mesin bubut vertikal.

4.3.1. Struktur dan mode operasi mesin bubut vertikal

a. Komponen dari mesin bubut vertikal

Gambar 4.56 Komponen dari mesin bubut vertikal

Rangka mesin (1) dengan pilar (2) dan alas meja mesin (3) membentuk struktur utama dari mesin bubut vertikal. Meja rotary (4) terletak di atas alas meja mesin, meja rotary ini posisinya tetap atau bisa digeser. Pada pilar terdapat guideways (5) untuk eretan alas (6) yang bergerak sepanjang sumbu benda kerja. Guideways (7) digunakan untuk eretan lintang (8) memiliki posisi sejajar dengan meja meja rotary. Eretan lintang bergerak tegak lurus terhadap sumbu putar benda kerja.

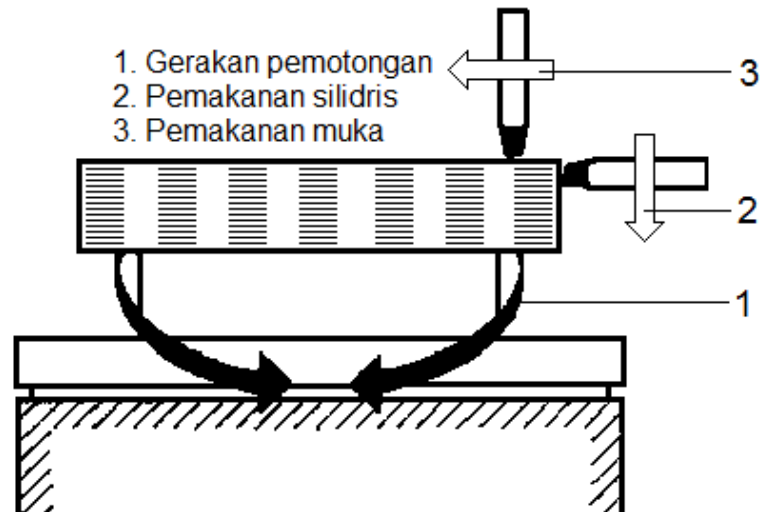
Pada eretan lintang (8) dan eretan alas (6) terdapat pencekam alat potong (9) proses bubut. Merujuk kepada operasi yang dilakukan pada mesin bubut vertikal, dimungkinkan untuk memiliki pencekam alat potong tunggal atau pencekam alat potong jamak. Mesin bubut vertikal memiliki beberapa motor penggerak. Ada satu motor penggerak khusus untuk gerak pemotongan yang sering ditempatkan pada rumah mesin. Motor penggerak lainya digunakan untuk menggerakkan eretan baik secara horizontal maupun vertikal. Motor penggerak ini dipasang pada eretan atau ke guideways.

Ulir penggerak terdiri dari spindel berulir dan mur berfungsi sebagai unit penggerak dari eretan. Tuas roda tangan digunakan sebagai elemen kontrol untuk mengatur posisi eretan secara manual.

b. Mode operasi dari mesin bubut vertikal

Benda kerja dicekam pada meja kerja datar sehingga berat benda kerja akan ditopang oleh meja kerja secara vertikal. Pengaturan kesenteran dikoreksi dengan menggeser benda kerja pada area meja kerja. Hal ini membuat lebih mudah untuk mencekam benda kerja

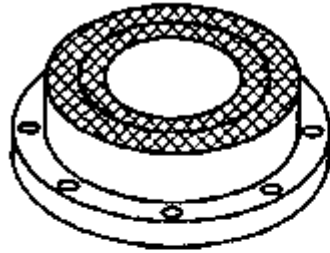
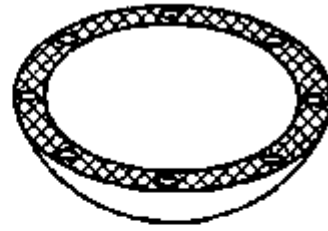
yang berat dibandingkan dengan menggunakan faceplate vertikal yang dapat membebani spindel bubut dengan beban yang berat.

Alat potong dicekam dan digerakkan oleh eretan dalam memotong benda kerja. Pada beberapa tipe mesin, dimungkinkan untuk memasang beberapa alat potong sekaligus dari beberapa eretan. Mesin bubut vertikal untuk produksi massal dilengkapi dengan berbagai peralatan untuk dapat mengganti alat potong secara cepat. Contohnya pencekam alat potong tipe jamak atau pencekam alat potong turet.

Gambar 4.57. Mode operasi dari mesin bubut vertikal

Mesin bubut vertikal dibuat untuk pengerjaan khusus dengan diameter meja kerja dapat mencapai lebih dari 20 meter.

4.3.2. Penggunaan mesin bubut vertikal

Mesin bubut vertikal digunakan untuk proses permesinan benda kerja yang berat dimana benda kerja ini tidak bisa di klem pada faceplate karena ukurannya yang besar atau massanya yang berat dimana pemasangan pada faceplate dapat membuat defleksi alat pencekam dan potensi bahaya besar jika terjadi terlepasnya benda kerja dari alat pencekam. Untuk mecekam benda kerja yang tidak seimbang dapat digunakaan penyeimbang massa.

Contoh produk yang dihasilkan oleh mesin bubut vertikal adalah sebagai berikut : rangka mesin, casing turbin, velm roda pada roda kereta api, tutup boiler dan tangki serta permukaan rata pada rumah valve berukuran besar.

a. Guideways rangka mesin

b. Tutup tangki bertekanan

c. Permukaan rata dari rumah valve

Gambar 4.58. Produk yang dihasilkan oleh mesin bubut vertikal

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

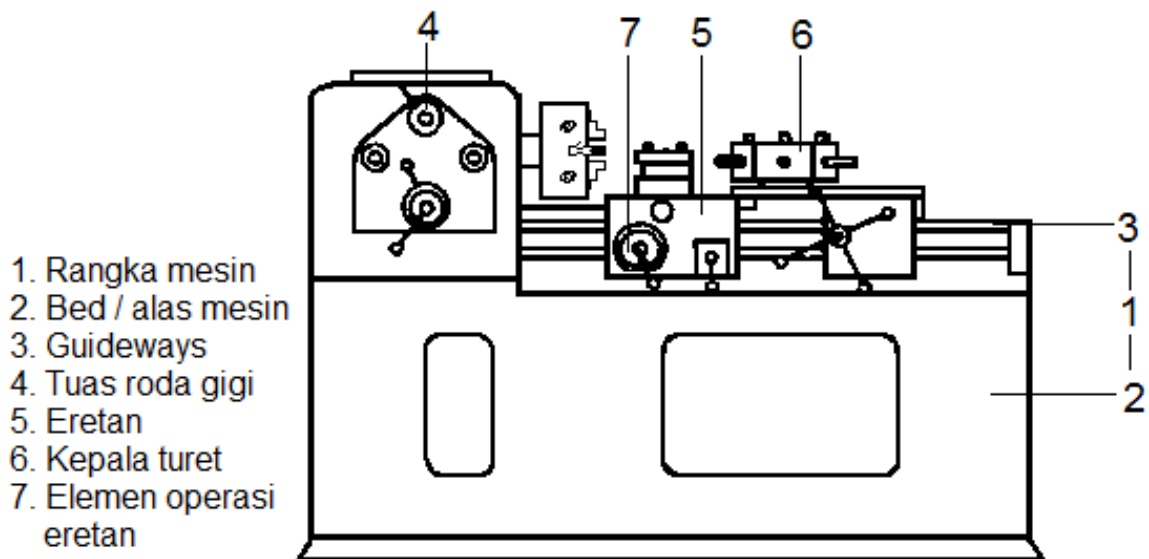
1. Sebutkan komponen-komponen pada mesin bubut vertikal ?
2. Jelaskan mode operasi pada mesin bubut vertikal ?
3. Sebutkan contoh produk-produk yang dihasilkan oleh mesin bubut vertikal ?

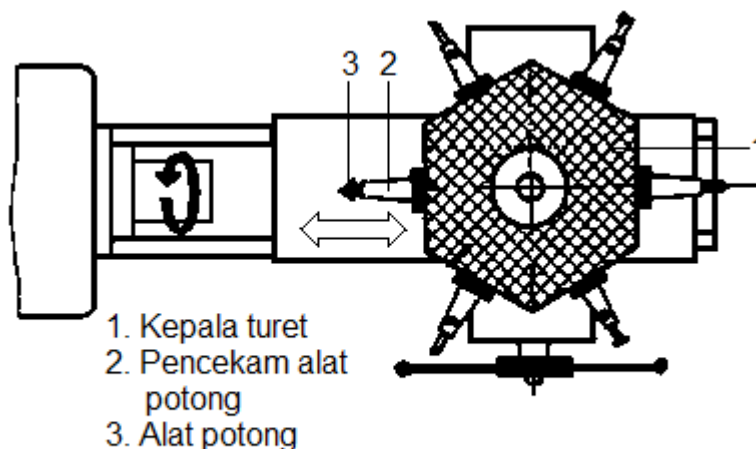
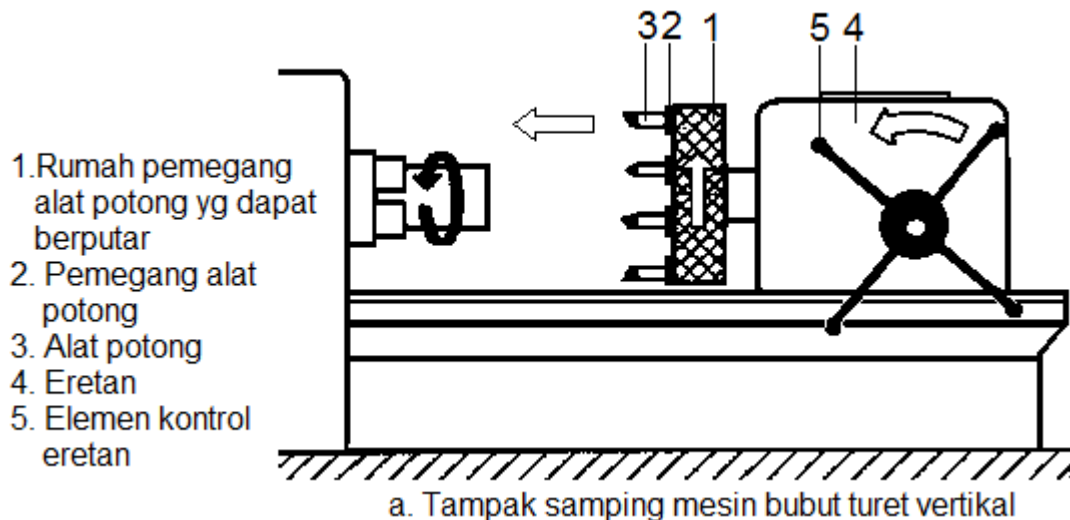
4.4. Mesin bubut turet

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen – komponen mesin dari mesin bubut turet
- Cara kerja dari mesin bubut turet
- Operasi yang dapat dilakukan oleh mesin bubut turet

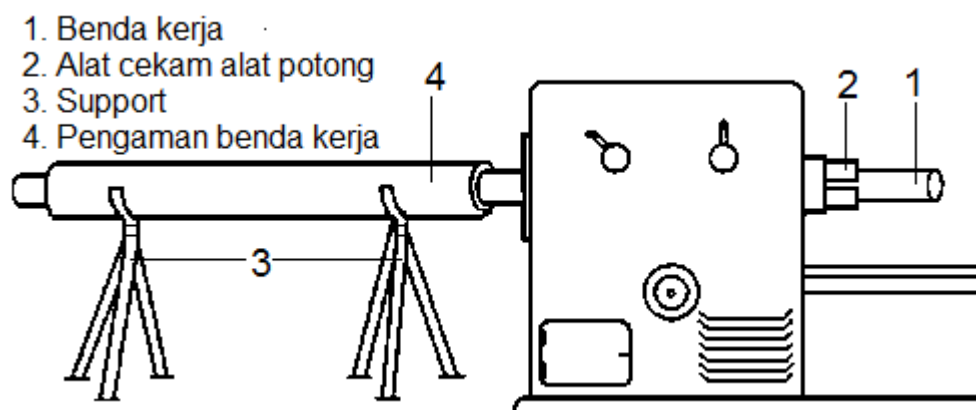
4.4.1. Struktur dan mode operasi mesin bubut turet

a. Komponen-komponen dari mesin bubut turet

Gambar 4.59. Komponen dari mesin bubut turet

Mesin bubut turet secara konstruksi memiliki banyak kemiripan dengan mesin bubut sliding dan screwcutting. Mesin bubut turet terdiri dari rangka mesin (1) yang dilengkapi dengan bed / alas mesin (2) dan guideways (3) yang bersama-sama membentuk struktur utama mesin bubut turet. Dalam rangka mesin terdapat mekanisme roda gigi (4) untuk mengubah kecepatan putar spindel bubut. Motor penggerak memiliki bentuk pijakan yang bermacam-macam seperti pijakan flange atau pijakan kaki sama seperti mesin but sliding dan screw cutting.

a. Tampak atas mesin bubut turet horizontal

Gambar 4.60 Eretan dari mesin bubut turet vertikal dan horizontal

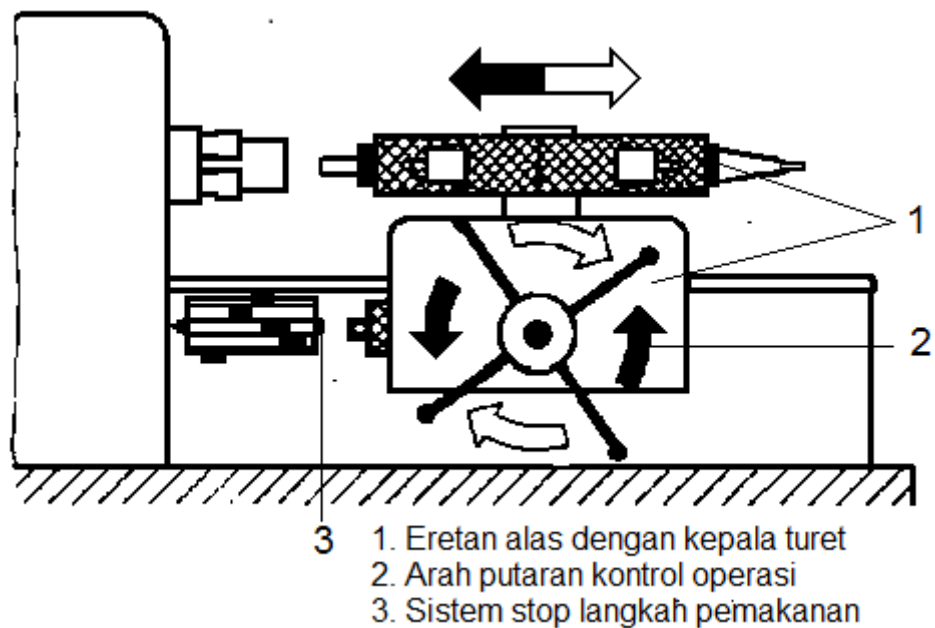
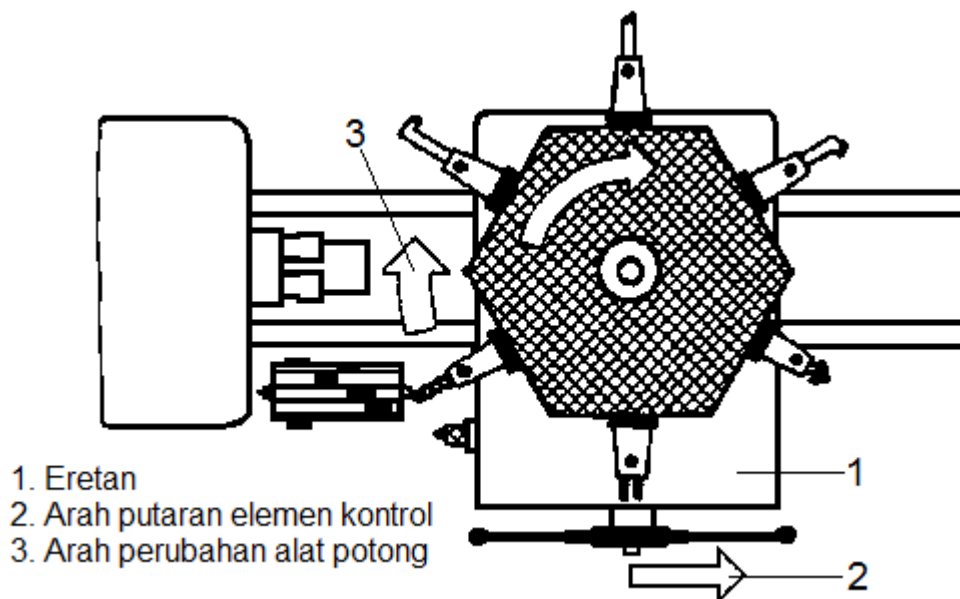
Eratan pada mesin bubut memiliki alat pemindah alat potong secara instan yaitu kepala turet (6) yang dibuat secara khusus sehingga mesin bubut ini dinamakan mesin bubut turet. Kepala turet didesain sehingga memungkinkan untuk menggerakkan maju dan mundur alat potong ke benda kerja dengan cepat. Dengan tujuan untuk proses pencekaman benda kerja yang cepat dan instant maka mesin bubut turet dilengkapi dengan alat pencekam yang bisa dikencangkan dan dikendurkan saat mesin bubut beroperasi.

b. Mode operasi dari mesin bubut turet

Untuk membubut benda kerja berbentuk silindris panjang, benda kerja tersebut dimasukkan kedalam lubang pada spindel bubut. Kemudian hanya dimunculkan oleh alat pencekam bagian benda kerja yang akan dibubut saja. Ujung bagian benda kerja dicekam oleh alat pencekam sednagkan ujung lainnya yang panjang diberikan support dan ditahan dengan kuat sehingga benda kerja tidak bergeser atau lepas dari alat cekam karena berpotensi bahaya terjadinya kecelakaan kerja.

Gambar 4.61 Teknik membubut benda kerja silindris panjang

Alat potong yang dibutuhkan kemudian dipasang di alat cekam pada kepala turet. Dengan memutar elemen kontrol pada eretan maka alat potong dimajukan untuk memulai proses pembubutan turet. Satu atau beberapa alat potong mulai melakukan pemotongan pada benda kerja. Alat potong dicekam dan disetel sedemikian rupa sehingaga hanya melakukan langkah gerak pemakanan dengan ukuran yang tepat. Sehingga benda kerja

tidak perlu dilakukan pengukuran lagi setelah melakukan setiap operasi menggunakan alat potong. Bed mesin bubut turet dilengkapi dengan sistem stop untuk membatasi gerakan pemakanan dari alat potong yang dipasang pada eretan. Saat eretan mencapai batas stop maka proses gerak makan berhenti dan eretan dimundurkan kebelakang dengan memutar balik elemen kontrol pada eretan.

Pada saat eretan mundur kebelakang, kepala turet berputar secara simultan untuk mengganti alat potong untuk operasi pembubutan berikutnya. Saat alat potong baru dikepala turet sudah berganti maka eretan dimajukan kembali ke benda kerja untuk memulai operasi pembubutan berikutnya sampai kepada titik stop berikutnya. Dan siklus ini diulangi untuk memulai proses pembubutan dengan alat potong yang berbeda.

Gambar 4.62. Gerakan pemakanan oleh alat potong pada mesin bubut turet

Gambar 4.63. Gerakan penggantian alat potong saat eretan mundur kebelakang

Pada kepala turet yang memiliki bentuk segi enam, dimungkinkan untuk mengakomodir pemasangan enam buah alat potong yang berbeda-beda pada setiap sisi kepala turet.

Pada mesin bubut turet, dapat dilakukan operasi pembubutan sebanyak jumlah alat potong yang bisa diakomodir oleh kepala turet.

Pada saat selesai melakukan operasi pembubutan dengan alat potong terakhir, benda kerja yang sudah dikerjakan dipotong. Pencekam benda kerja dikendurkan dan sisa benda kerja dimajukan kemudian dicekam ulang lagi dan dilakukan setting stop eretan. Operasi pembubutan turet dimulai lagi untuk mengerjakan benda kerja berikutnya

Agar beroperasi dengan ekonomis dan benda kerja dikerjakan tanpa kekeliruan maka perlu dilakukan penyetingan mesin bubut turet dengan benar.

Pemeriksaan harus dilakukan dengan interval operasi tertentu, jika ditemukan kesalahan pada benda kerja. Maka perlu dilakukan perbaikan pada setting mesin bubut turet.

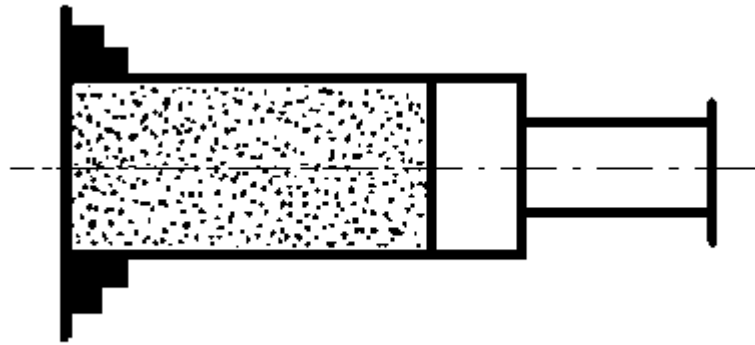
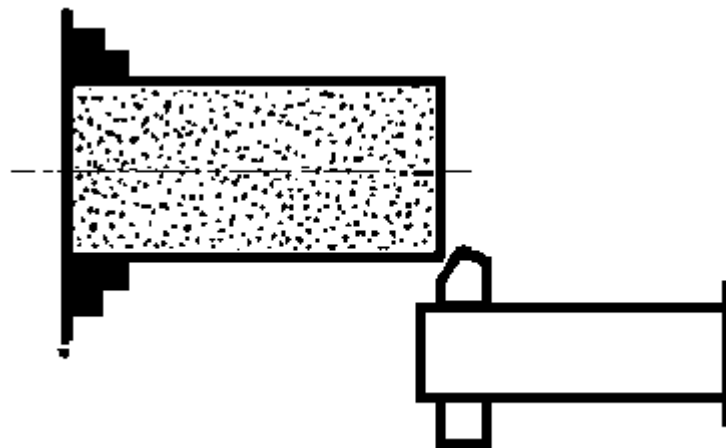
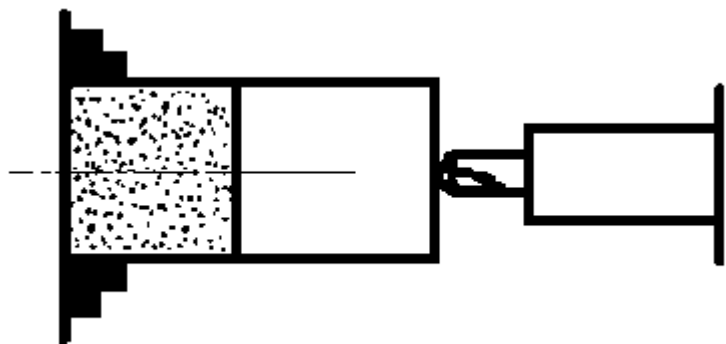
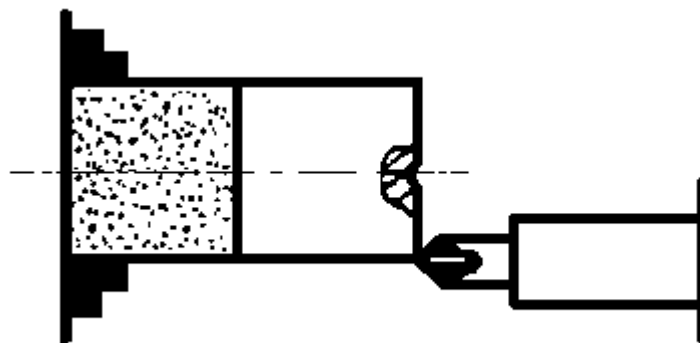
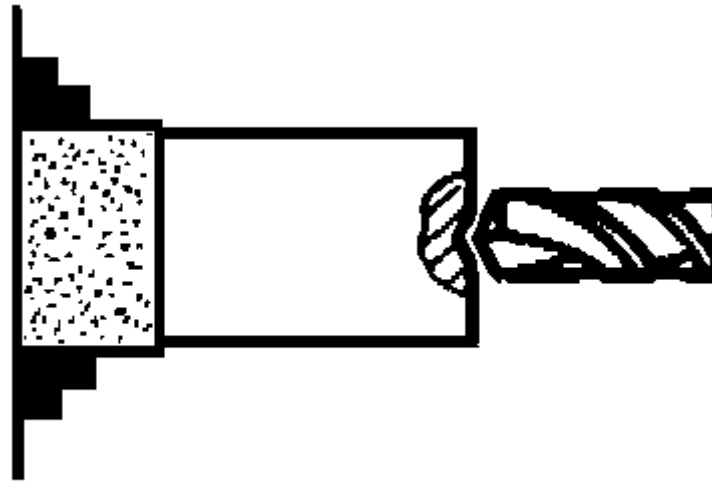
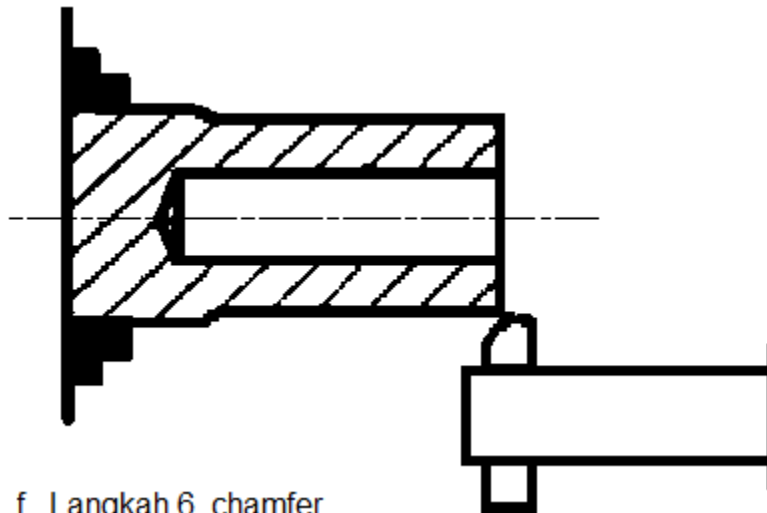
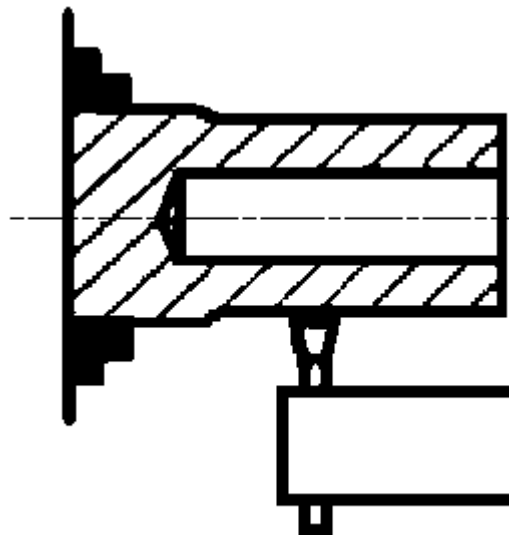
4.4.2. Penggunaan mesin bubut turet

Mesin bubut turet digunakan untuk produksi massal. Kebanyakan produk yang dihasikan memiliki ukuran yang kecil dan dimungkinkan untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang rumit. Terdapat banyak variasi dari mesin bubut turet dimana setiap jenis mesin cocok untuk mengerjakan benda kerja tertentu. Karena diperlukan keekonimisan dalam memanufaktur produk berukuran kecil maka pemilihan jenis mesin bubut turet menjadi krusial. Dalam proses penyetelan mesin bubut turet sangat penting untuk menggunakan teknik dan teknologi yg tepat untuk mengerjakan benda kerja.

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan komponen-komponen pada mesin bubut turet ?
2. Jelaskan mode operasi pada mesin bubut turet ?
3. Jelaskan mekanisme perubahan alat potong antar operasi pada mesin bubut turet ?
4. Apa yang membuat mesin bubut lathe memiliki produktivitas yang tinggi dibandingkan mesin bubut sliding dan screw cutting ?
5. Sebutkan nama alat yang diperlukan untuk mengontrol jalannya operasi pada mesin bubut turet ?
6. Sebutkan contoh produk-produk yang dihasilkan oleh mesin bubut turet ?

Contoh pengerjaan bushing pada mesin bubut turet :

Mambuat bushing

a. Langkah 1. mendorong benda kerja dari alat cekam sampai titik stop

b. Langkah 2. Pembubutan silindris

c. Langkah 3. Membuat lubang senter

d. Langkah 4 . Planing / meratakan

e. Langkah 5. melakukan pengeboran

f. Langkah 6. chamfer

g. Langkah 7. Parting off / memotong

h. Gambar potongan produk bushing

i. Produk jadi dari proses bubut turet (Bushing)

Gambar 4.64. Tahapan pembuatan bushing pada mesin bubut turet

4.5. Mesin bubut otomatis

Pada bagian ini, anda akan mempelajari mengenai hal sebagai berikut :

- Komponen – komponen mesin dari mesin bubut otomatis
- Cara kerja dari mesin bubut otomatis
- Operasi yang dapat dilakukan oleh mesin bubut otomatis

4.5.1. Struktur dan mode operasi mesin bubut turet

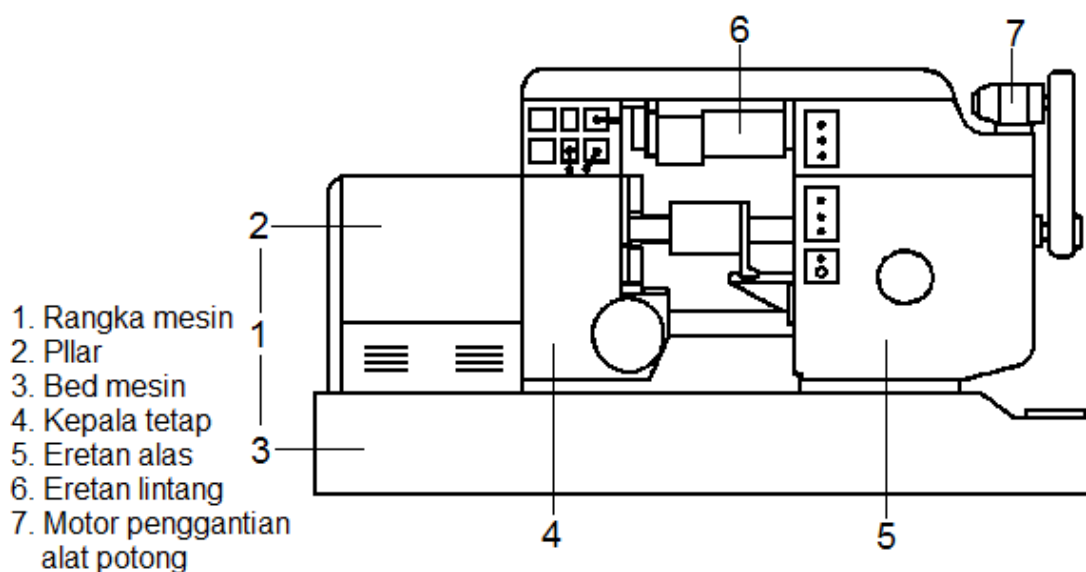
a. Komponen dari mesin bubut otomatis

Mesin bubut otomatis adalah mesin bubut yang terspesialisasi, terdapat banyak jenis mesin bubut otomatis dimana masing masing jenis dibuat untuk melakukan operasi pembubutan otomatis yang sesuai dengan dengan peruntukannya. Sehingga mesin bubut otomatis memiliki perbedaan yang banyak dengan mesin bubut biasa pada umumnya.

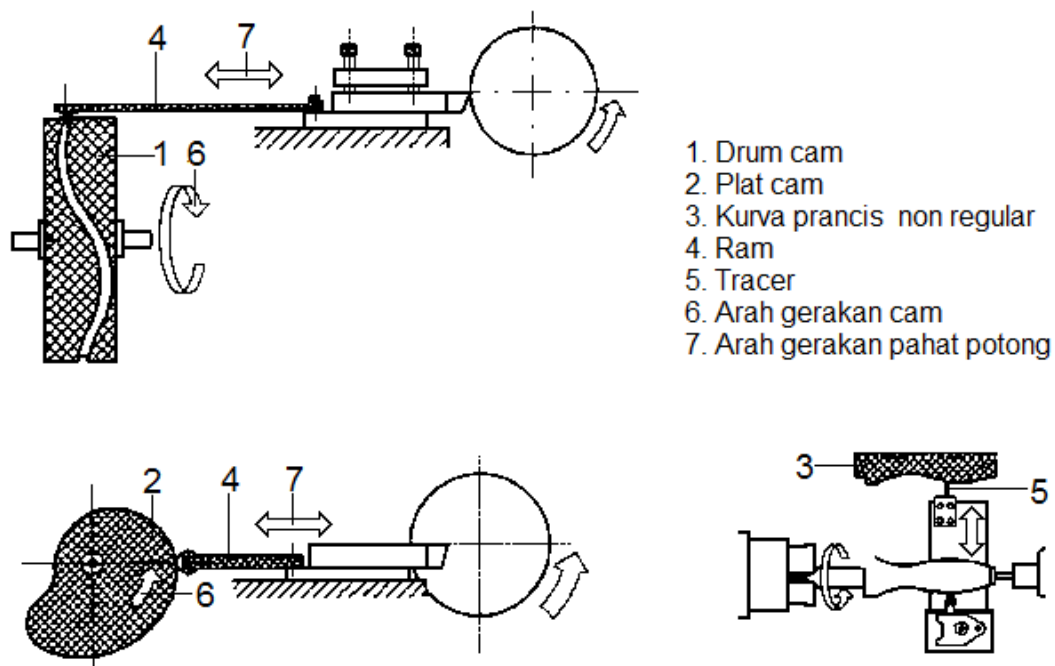
Beberapa jenis mesin bubut otomatis adalah sebagai berikut :

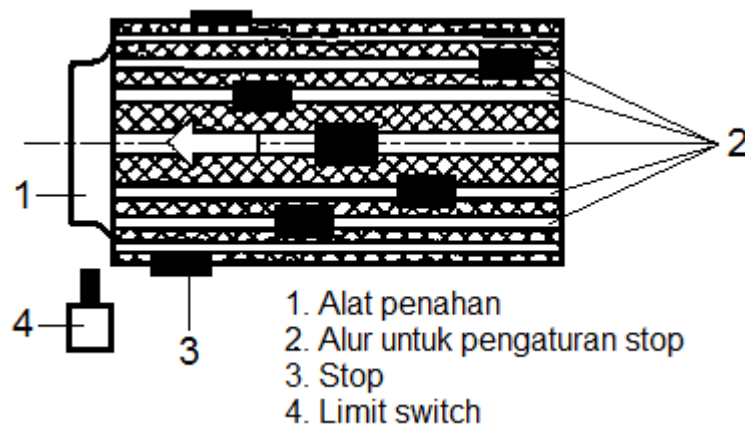
- Mesin bubut ulir otomatis
- Mesin bubut cut off otomatis
- Mesin bubut turet atomatis
- Mesin bubut ulir dan shaping otomatis
- Mesin bubut chucking otomatis
- Mesin bubut multi spindel otomatis

Rangka maesin menjadi struktur utama dari mesin bubut otomatis. Rangka mesin menjadi tempat roda gigi untuk mentrasformasi gerakan dari gerak pemotongan dan juga gerak pemakanan. Motor penggerak yang digunakan tergantung dari jenis mesin bubut otomatisnya dan umumnya dipasng di rangka mesin atau dipasang secara lateral.

Agar proses pencekaman pada mesin bubut otomatis dapat dilakukan secara cepat maka mesin bubutototmatis dilengkapi dengan alat cekam yang dioperasikan secara elektrik, pneumatik ata mekanis.

Gambar 4.65 Komponen dari mesin bubut otomatis

Komponen paling penting dari mesin bubut otomatis adalah komponen yang digunakan untuk mengontrol gerakan alat potong. Roda cam adalah komponen yang digunakan untuk mengontrol gerakan alat potong. Roda cam terdiri dari uni cam (1,2,3), ram (4) dan tracer (5). Unit cam adalah mekanisme pengontrol gerakan yang dapat berupa drum beralur atau drum cam (1), pleat beralur atau pelat cam (2) atau berbentu kurva prancis non reguler (3). Cara unit ram berbentuk drum dan pelat adalah dengan berputar (6) sehingga alur mendorong ram (4) sesuai dengan gerak pemakanan alat potong (4) yang diinginkan pada posisi tersebut.

Kurva prancis non regular umumnya dipasang kaku dimana ram pada eretan meluncur pada permukaan kurva sehingga mendorong alat potong untuk membentuk kedalaman gerak pemakanan sesuai dengan bentuk kurva. Untuk gerak pemotongan yang berulang seperti pemotongan benda kerja yang sudah selesai atau countersink sebuah lubang. Dimungkinkan untuk menggunakan ulang roda cam. Meskipun begitu, untuk gerakan alat potong yang spesifik contohnya gerak pemakanan saat membubut profile, sangat penting untuk membuat roda gigi cam secara terpisah.

Gambar 4.66 Sistem roda cam pada mesin bubut otomatis

Sistem stop atau limit switch digunakan sebagai pembatas jangkauan gerakan suatu alat potong. Stop dapat digeser pada pemegang khusus dan dicekam pada titik yang diinginkan. Jika gerakan alat potong mencapai titik stop maka gerakan alat potong berhenti, tetapi jika gerakan alat potong mencapai limit switch maka motor penggerak akan dimatikan atau diputuskan sumber tenaganya.

Gambar 4.67. Peralatan stop dan limit switch

Roda cam, stop, cam dan limit switch merupakan komponen mesin yang diperlukan untuk kontrol mesin bubut otomatis. Mereka sangat penting dalam mencapai kualitas pemotongan benda kerja dan harus disimpan dengan bersih dan dirawat dengan teliti.

b. Mode operasi dari mesin bubut otomatis

Mesin bubut otomatis melakukan semua tahapan operasi yang diperlukan untuk permesinan benda kerja. Mesin bubut otomatis tidak perlu selalu diawasi setiap waktu saat beroperasi. Tugas dari operator ahli adalah menyetel mesin bubut otomatis.
Tahapan operasi dalam membuat komponen pada mesin bubut otomatis adalah sebagai berikut ini :

- Sistem otomatis dari gerak pemakanan, sistem membuka alat cekam benda kerja, sistem measukkan atau mempersiapkan benda kerja dan menjepit kembali benda kerja oleh alat cekam.
- Memajukan dan memposisikan alat potong secara cepat atau lambat.
- Mengatur gerak makan alat potong dimana gerak makan tersebut sesuai dengan karakteristik operasi bubut.
- Mengeluarkan benda kerja untuk diambil setelah operasi bubut pemotongan dan disimpan diluar mesin bubut.

Dalam rangka proses penyetelan mesin bubut otomatis, diperlukan penyetelan alat cekam . benda kerja dan alat untuk mengambil benda kerja yang sudah selesai.

Tahapan operasi mesin bubut otomatis ditentukan oleh tahapan pada sistem kontrol. Tahapan operasi terakhir membuka tahapan operasi awal untuk benda kerja berikutnya.

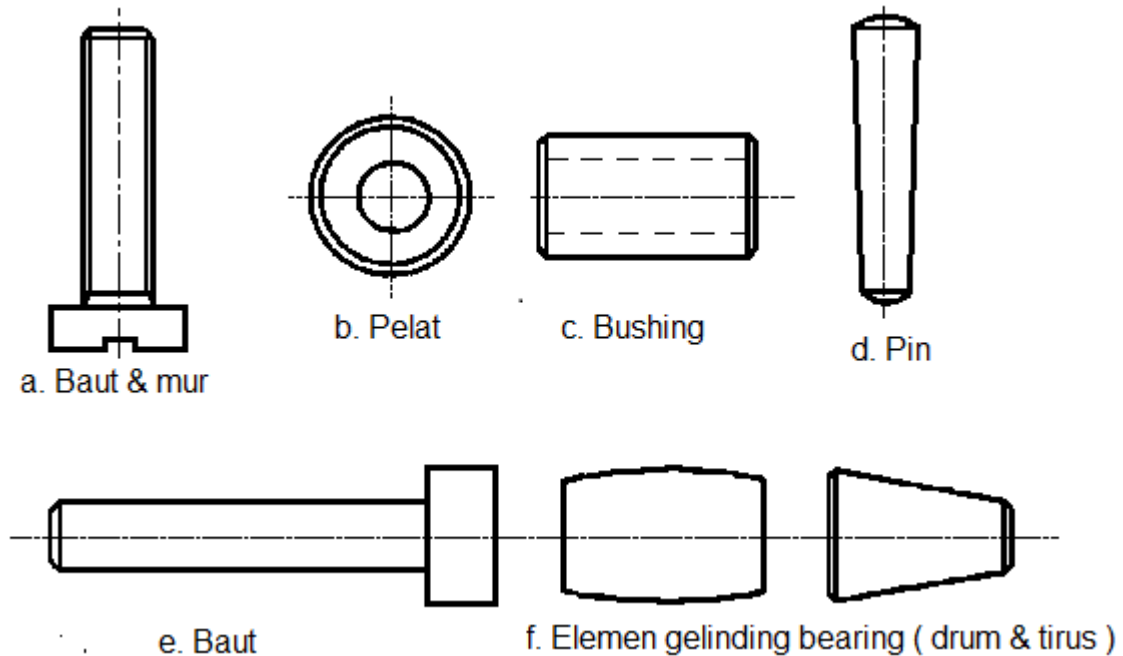
Mesin bubut otomatis beroperasi dengan sangat cepat sehingga harus disetel dengan hati-hati. Kesalahan atau kekeliruan dalam proses penyetelan akan mengakibatkan banyak benda kerja yang rusak dalam waktu singkat.

Jika ditemukan kerusakan pada benda kerja, lakukan pemeriksaaan pada mesin bubut otomatis dan lakukan penyetelan ulang pada mesin bubut.

4.5.2. Struktur dan mode operasi mesin bubut turet

Mesin bubut otomatis digunakan untuk produksi massal. Bentuk bentuk kerja yang dihasilkan mirip dengan mesin bubut turet. Pada mesin bubut turet, operator terlatih harus mengulang

semua kontrol untuk operasi untuk setiap benda kerja sehingga benda kerja yang dihasilkan adalah monoton dan identik.

Mesin buut otomatis melepaskan operator dari pengulangan operasi yang konstan karena pengulangan ini dilakukan secara otomatis.

Gambar 4.68. Contoh produk dari mesin bubut otomatis

Menguji pemahaman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Sebutkan komponen-komponen pada mesin bubut otomatis ?
2. Jelaskan mode operasi pada mesin bubut otomatis ?
3. Apa alasan dari produktivitas yang lebih tinggi pada mesin bubut otomatis dibandingkan dengan mesin bubut turet ?
4. Peralatan apakah yang diguanakn untuk mengatur urutan operasi pada mesin bubut otomatis ?
5. Sebutkan contoh produk-produk yang dihasilkan oleh mesin bubut otomatis ?

4.6. Perawatan dan pemeliharaan dari mesin bubut

Diharapkan untuk membaca dan memahami bagian 2.4 tentang Instruksi umum dalam memelihara dan merawat mesin tools pemotongan logam.

Saat membersihkan, melumasi dan perbaikan operasi pada mesin bubut harus dilakukan pada saat mesin bubut terputus dari sumber dayanya !

a. Pembersihan
- Geram hasil pemotongan dan sisa cairan pendingin harus dibersihkan dari mesin bubut seperti pada bagian eretan, alas mesin dan dar badan mesin. Gunakan sikat tangan dan kain pembersih untuk menghindari terjadinya cedera.
- Komponen-komponen mesin bubut seperti alur alas mesin, alur eretan dan elemen kontrol mesin harus dibersihkan dan sedikit dilumasi
- Filter cairan pendingin pada pompa dan wadah penampungan cairan pendingin agar selalu dibersihkan.

b. Pelumasan
- Periksa level minyak pelumas pada roda gigi, ganti minyak pelumas jika diperlukan.
- Berikan pelumasan pada titik yang perlu diberi pelumas atau grease sesuai dengan jadwal pelumasan.
- Spindel ulir dan alur pada eretan serta alas mesin harus dibersihkan, diberi sedikit pelumas dan pelumas disebar dengan merata.
- Ram pada kepala lepas dimunculkan keluar dan diberi pelumas.
- Rahang chuck dibuka maksimum dan diberikan pelumas pada alur pengarah disisi belakang rahang.
- Bersihkan sisa-sia minyak pelumas dan grease dari lantai dan bagian mesin yang tidak perlu dilumasi.

c. Perbaikan
- Celah pada spindel bubut harus selalu diperiksa.
- Lakukan penyetelah pada bearing jika celah pada spindel bubut terlalu besar.
- Celah pada poros ulir daya pada eretan harus selalu diperiksa.
  Penjepit mur pada eretan harus dikencangkan jika celah terlalu besar.
- Celah pada eretan harus selalu diperiksa
  Alur pada eretan harus disetel dan celah alur harus didisesuaikan.
- Proses pemindahan roda gigi harus selalu diperiksa dan disetel jika diperlukan.
- Periksa jalur kabel listrik dan jalur sumber daya listrik.

d. Pemeliharaan alat potong
- Alat potong harus disimpan dimana sisi mata potong tidak bertabrakan dengan yang lain.
- Setelah alat potong digunakan, bersihkan dari sisa geram dan cairan pendingin sampai bersih.
- Alat potong yang sudah tumpul saat operasi harus segera diganti untuk menjaga stabilitas bentuk dan dimensinya serta permukaanya dibersihkan.
- Alat potong dengan mata potong karbid atau keramik harus disimpan dengan hati-hati dan dilindungi terhadap benturan karena material carbide dan keramik sensitif terhadap benturan.
- Selama proses pemotongan logam, sangat penting untuk menyediakan lubrikasi dan pendinginan yang cukup karena potensi bahaya panas berlebih dan potensi adanya annealing

4.7. Keselamatan kerja dalam operasi mesin bubut

Diharapkan membaca bagian 2.5 mengenai instruksi dan prosedur umum dalam keselamatan dan kesehatan kerja. Dalam mengoperasikan mesin bubut, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk melindungi diri dari kecelakaan kerja.

- Setelah mematikan mesin, dilarang untuk menghentikan alat potong dan bagian yang masih bergerak dengan tangan. Tunggu sampai keadaan benar-benar diam.
- Selama operasi, sebaiknya geram tidak dibuang dengan menggunakan tangan tetapi menggunakan pengait yang sesuai.
- Proses pengukuran benda kerja hanya dilakukan saat mesin bubut dalam keadaan diam, jangan melakukan pengukuran saat mesin masih beroperasi.
- Saat akan mengganti alat potong, pastikan mesin dalam keadaan mati atau sedang tidak terpasang benda kerja.
- Lepaskan kunci chuck setelah proses pencekaman atau melepas cekam pada benda kerja.
- Jangan memegang benda kerja dan chuck saat masih berputar.
- Bagian pakaian yang menjuntai dan jaket yang dikenakan saat operasi pembubutan harus selalu diikat dan dekat dengan tubuh sehingga diluar jangkauan benda kerja atau bagian mesin yang bergerak.
- Selama proses pemotongan logam pada kecepatan tinggi, untuk benda kerja diperlukan penutup sehingga geram kecil yag bertebangan dapat dijaring.
- Rambut di kepala dan jenggot jangan dibiarkan menjuntai gunakan pengikat dan pakaian yang sesuai.
- Saat menghidupkan mesin, harus dipastikan bahwa casing pelindung harus diterapkan.